

Vol. 109 – Número Extra

ISSN 2545-8655

ANALES DE LA
ASOCIACIÓN QUÍMICA
ARGENTINA

Enero – Diciembre 2022

Volumen Especial

Selección de Trabajos Presentados a JEQUSSST 2022

División Educación Química - AQA



Anales de la Asociación Química Argentina

Editada desde 1913

Volumen Especial

Selección de Trabajos Presentados a las
XII Jornadas Nacionales y IX Jornadas
Internacionales de Enseñanza de la Química
Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica

JEQUSST 2022

Compiladora: Dra. Sandra A. Hernández, responsable de la
División Educación Química - Asociación Química Argentina



ÍNDICE

Contenido	Páginas
EDITORIAL	i-ii
EJE 1: Enseñanza de temas de Química: estrategias didácticas y metodológicas en diferentes áreas.	
POSTERS PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA Carolina Gomez Segade, Andrea Maggio, Elira Miranda, Miria Baschini	1-5
ESTILOS DE APRENDIZAJE: MODELO DE LA PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA (PNL) EN LOS ESTUDIANTES DE QUÍMICA DE LA UNLP Daniela Caichug, Maricel Caputo, Diego Colasurdo, Gonzalo Carreras, Matías Pila, Danila Ruiz	6-11
EL TRABAJO INTEGRADOR EN EL LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS PARA LA INVESTIGACION Ivana Casariego, Agustina Romeo, Fabiana Leotta, Fernando Peralta, Florencia Burgui, Ezequiel Vidal, Claudia Domini, Mariano Garrido	12-17
COMPETENCIA DE COMUNICACIÓN EFECTIVA: UNA MIRADA HACIA ADENTRO EN ASIGNATURAS DE QUÍMICA Dellestese Maximiliano, Capdevila Verónica, Franchi Luisa, Vitale Paula, Tasca Julia, Laborde Mariana	18-24
LAS ARTES VISUALES COMO RECURSO PARA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS DE QUÍMICA: COMBUSTIÓN Y ESTADOS DE OXIDACIÓN Miguel A. Martinez, Carla V. Janyistabro y Dina J. Car	25-30
CONOCIENDO LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS A TRAVÉS DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SIMPLES Ludmila Elisabet Vallejos, Silvina Reyes, Ana Blanca Ocampo, Silvina Rebechi, Irma Verónica Wolf	31-37
DISEÑO DE DEMOSTRACIONES EXPERIMENTALES CORTAS (DECs) PARA EL AULA APLICADAS A LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA DE SÓLIDOS INORGÁNICOS Agustina Dalla Fontana, Silvia Alconchel	38-42
EMOCIONES VINCULADAS AL ESTUDIO DE COMPUESTOS QUÍMICOS CON ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA Rebeca Purpora, Bianca Norrito, Graciela Valente	43-49
USO DEL CINE DE CIENCIA FICCIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA SEGURIDAD QUÍMICA Delfina Bunda, Laureano Sabatier	50-54

**ÍNDICE**

Contenido	Páginas
Continuación trabajos Eje 1	
UN RECORRIDO HISTÓRICO SOBRE LOS ALIMENTOS Y LA ALIMENTACIÓN: EXPERIENCIA ÁULICA UNIVERSITARIA Paula Giménez, Irma Verónica Wolf	55-61
EJE 2: Contribución de la Química al Desarrollo Sostenible	
LA QUÍMICA EN LA REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SILÍCEOS DE ORIGEN INDUSTRIAL Milagros Otegui Alexenicer, Fernando Ivorra, Vanesa Fuchs, Carla di Luca, Paola Massa	62-68
EXPERIENCIAS DE QUIMICA VERDE EN EL LABORATORIO Valentín Sosa, Francisco Pepe Illuzzi, Ignacio Isolabella, Ilan Weiser, Patricia Della Rocca	69-75
CALENTADORES SOLARES: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA DE ENSEÑANZA SUSTENTABLE DESDE EL ENFOQUE CTSA Lisette A. Ramirez, Dainy Marcos, Jéscica L. Guaymás y Milagros García Armario	76-81
EJE 3: Educación en Química mediada por tecnologías	
ACTIVIDADES EXPERIMENTALES MEDIADAS POR TIC PARA LA ENSEÑANZA DE TÉCNICAS DE LABORATORIO EN LA ESCUELA MEDIA Juan Manuel Rudi, Paula Gatti, María Silvina Reyes, Daniel Larpin, María Carolina Rey, Mara Batistela, Pablo Spontón	82-88
DESARROLLO Y ANÁLISIS DE UN LABORATORIO VIRTUAL SOBRE CALORIMETRÍA ANIMAL Elizabeth Robello, Paula Denise Prince, Ezequiel José Hid, Juana Inés Mosse, Mailén AluminéMasetelle Espósito, Mónica Galleano	89-97
REFLEXIONES EN RELACIÓN A LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA INORGÁNICA: NUEVAS FORMAS DE ENSEÑAR Y APRENDER Lucio Eisenack, Héctor Odetti	98-102
QUÍMICA 2.0: EL DESAFÍO DE DISEÑAR UNA PROPUESTA DE EXTENSIÓN A DISTANCIA María Clara Zaccaro, María Cecilia Tannuri, Silvina Victoria García, Lea Vanessa Santiago, Matías Gabriel Krujoski, Juan Esteban Miño Valdés	103-107
USO DEL SOFTWARE AVOGADRO EN UN CURSO INTRODUCTORIO DE QUÍMICA UNIVERSITARIA A. Ivone Saiz, Paola Massa	108-113



ÍNDICE

Contenido	Páginas
EJE 4: Educación en Química en contexto y en interdisciplina (CTSA, STEAM, ApS)	
EDUCACIÓN STEAM: ANÁLISIS DE DEBILIDADES, AMENAZAS, FORTALEZAS Y OPORTUNIDADES (CONFERENCIA) Gabriel Pinto	114-121
ENTRE EL HIELO Y EL FUEGO: LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE ALIMENTOS EN EL MUNDO DE GEORGE R.R. MARTÍN COMO PROPUESTA CTS. Damian Lampert y Silvia Porro	122-126
ELECTROQUÍMICA EN LA SECUNDARIA: APORTES PARA EL APRENDIZAJE CONTEXTUALIZADO Y BASADO EN PROBLEMAS SOCIOCIENTÍFICOS Rosario Anthonioz-Blanc	127-133
PROPUESTA DE ARTICULACIÓN DE SABERES DE QUÍMICA ORGÁNICA Y DE ANTROPOLOGÍA EN UN MUSEO DE CIENCIAS María Emilia Pérez, Silvia Marina Andrade, Ana Paula Chiramberro, María Soledad Scazzola	134-140
EJE 5: Perspectiva de género, diversidad y educación inclusiva en la enseñanza de la Química	
LA EXPERIMENTACIÓN COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL ACERCAMIENTO DE ALUMNOS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL A LA QUÍMICA María Eugenia Taverna, Mara Lis Polo, María Evangelina Zocola, Melisa Bertero	141-147
EDUCACIÓN SEXUAL INTEGRAL (ESI) Y CIENCIAS: ¿ES POSIBLE UN ABORDAJE TRANSVERSAL? Fiamma Bayer	148-154
¿QUÉ ENTENDEMOS POR SALUD? ALIMENTACIÓN SALUDABLE CON PERSPECTIVAS DESDE LA ESI Jésica L. Guaymás, Lisette A. Ramirez, Dainy Marcos y Milagros Garcia Armario	155-159
EJE 6: Estrategias de articulación de saberes químicos entre niveles educativos	
ARTICULANDO SABERES Y RECURSOS ENTRE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA Y EL INGRESO A LA UNIVERSIDAD Natalia Vessena, Sandra A. Hernández	160-166



ÍNDICE

Contenido	Páginas
Continuación trabajos Eje 6	
PRUEBAS DE CARACTERIZACION FISICOQUIMICA Y MICROBIOLOGICA PARA BIOETANOL PREPARADO POR ESTUDIANTES DE SECUNDARIA Marcelo Castillo, Leila Haro, Laila Mansilla, Milena Melisani, Antonella Dan Córdoba	167-172
ARTICULACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD Y LA EDUCACIÓN SECUNDARIA AGROPECUARIA Ethel Coscarello, María Laura Gómez Castro y Claudia Larregain	173-177
EJE 7: Evaluación de saberes químicos	
LA VUELTA A LA PRESENCIALIDAD: LA EVALUACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA SUPERAR LAS DIFICULTADES Nayla J. Lores, Fiama Bonomi y M. Soledad Islas	178-184
ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN ESCRITA PARA REPENSAR LA ENSEÑANZA EN COMPETENCIAS A NIVEL UNIVERSITARIO Romina Biotti, Graciela Olmos, Adriana Acosta	185-190
PROPUESTA DE EVALUACIÓN ENTRE PARES: ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS DESDE UN ENFOQUE AMBIENTAL Rocío Belén Krasler, María Paula Pelaez	191-195
EJE 8: Formación del profesorado de Química	
LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA EN TIEMPOS DE EMERGENCIA (CONFERENCIA) Silvia Porro	196-203
ENFOQUE STEM EN UN POSGRADO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES Raquel Bazán, Gonzalo Barbero, Carina Colasanto, Marcelo Gómez, Nancy Larrosa, Abel López, Nancy Saldís, Hernán Severini	204-210
FORMACIÓN INICIAL EN EL CONTEXTO DEL MODELO INTERCONECTADO. PROPUESTA DE UN INSTRUMENTO PARA EL ANÁLISIS DE MICROCLASES Tatiana Pujol-Cols, Guillermo Cutrera, María Basilisa García	211-217
EJE 9: Historia y epistemología de la Química y de su enseñanza	
LA CONTROVERSA HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICA SOBRE LA EXISTENCIA DE CITOCROMOS EN LA RESPIRACIÓN CELULAR Martín Pérgola, Lydia Galagovsky	218-222



ÍNDICE

Contenido	Páginas
Continuación trabajos Eje 9	
LA LEY Y EL ORDEN: SOBRE DOS SORPRENDENTES (¡Y EXTENDIDOS!) ERRORES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES Valeria Edelsztejn, Claudio Cormick	223-229
EJE 10: Resultados de proyectos de investigación educativa y de extensión en Química	
IMÁGENES SOBRE LA QUÍMICA QUE POSEEN ESTUDIANTES PRIVADOS DE LIBERTAD Carina Fornal, Germán Sánchez	230-235
LAS HABILIDADES PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN ESTUDIANTES DE CARRERAS DE CIENCIAS Y LA OPORTUNIDAD DE SU DESARROLLO EN COHORTES AFECTADAS POR EL CONTEXTO DE PANDEMIA Iris Dias, Sonia Maggio, Pablo Álvarez, Agostina Chapana, Leonardo Gatica, Aldana Lemos, Eliana Lemos, Miriam Fraile	236-240
EXPERIENCIA DE EXTENSIÓN EN UNA ESCUELA RURAL COMO PROCESO TRANSFORMADOR DE PRÁCTICAS EDUCATIVAS Y DE INVESTIGACIÓN María Belén Perez Adassus, Verónica N. Scheverin, Aura Burbano Patiño, Paula Nicolas, Bruno J. Botelli, Victoria Colombo, Marianela Vanadia, Natalia Moreno, Lucia Schmidt, M. Rosa Prat, M. Belén Nieto, M. Fernanda Horst, Verónica Lassalle.	241-248
OPINION DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA NECESIDAD DE UN CURSO DE NIVELACIÓN PARA ACCEDER AL ÚNICO CURSO DE QUÍMICA DE LA FCEIA Verónica M. Relling, Cristina S. Rodríguez, M. Eugenia Disetti; Gerardo Camí y Lautaro Bosco	249-256



EDITORIAL

Estimados Lectores de Anales de la Asociación Química Argentina:

Este número extra de nuestra revista contiene la selección de trabajos presentados a las XII Jornadas Nacionales y IX Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica – JEQUSSST 2022, organizadas por la División Educación Química de la Asociación Química Argentina, en modalidad virtual, del 2 al 4 de noviembre de 2022.

Docentes, estudiantes e investigadores nacionales y extranjeros de distintos niveles educativos tuvieron la oportunidad de compartir un espacio cordial de intercambio de ideas, recursos, experiencias de enseñanza y de investigación en enseñanza y aprendizaje de la Química.

Las JEQUSSST 2022 convocaron a las Ciencias Químicas y otras Ciencias Interdisciplinarias a participar activamente del debate y preocupación sobre temas de actualidad y relevancia educativa y social, los cuales fueron plasmados en los diez ejes propuestos para el encuentro:

1. Enseñanza de temas de Química: estrategias didácticas y metodológicas en diferentes áreas.
2. Contribución de la Química al Desarrollo Sostenible
3. Educación en Química mediada por tecnologías
4. Educación en Química en contexto y en interdisciplina (CTSA, STEAM, ApS)
5. Perspectiva de género, diversidad y educación inclusiva en la enseñanza de la Química
6. Estrategias de articulación de saberes químicos entre niveles educativos
7. Evaluación de saberes químicos
8. Formación del profesorado de Química
9. Historia y epistemología de la Química y de su enseñanza
10. Resultados de proyectos de investigación educativa y de extensión en Química

Los trabajos distinguidos en este volumen fueron evaluados por miembros del Comité Científico de las JEQUSSST 2022 en modalidad doble ciego.

Este volumen cuenta con las destacadas contribuciones de dos conferencistas: la Dra. Silvia Porro, del Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN), Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina y el Dr. Gabriel Pinto de la Universidad Politécnica de Madrid y las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química de España.

De los 128 trabajos presentados en las jornadas, fueron seleccionados 38 para este volumen, teniendo en consideración que todos los ejes estuvieran representados.

Felicitemos a las y los autores que hicieron posibles estos trabajos y agradecemos a las y los miembros del Comité Científico por sus aportes y contribuciones que sin duda enriquecieron los trabajos seleccionados.

Esperamos que disfruten la lectura de este nuevo número y se sientan motivados a realizar nuevas contribuciones.

Cordialmente,

Dr. Alberto Lazarowski

Director

Anales de la Asociación Química Argentina

Dra. Sandra A. Hernández

División Educación Química

Asociación Química Argentina



EDITORIAL

Dear Readers of the Annals of the Argentine Chemical Association:

This extra issue of our journal contains a selection of papers presented at the XII National Conference and IX International Conference on University, Higher, Secondary and Technical Chemistry Teaching - JEQUSSST 2022, organized by the Chemical Education Division of the Argentine Chemical Association, in virtual modality, from November 2 to 4, 2022.

Local and foreign teachers, students, and researchers from different educational levels had the opportunity to share a cordial space for the exchange of ideas, resources, teaching and research experiences in teaching and learning Chemistry.

The JEQUSSST 2022 summoned the Chemical Sciences and other Interdisciplinary Sciences to actively participate in the debate and concern about current issues and educational and social relevance, which were reflected in the ten axes proposed for the meeting:

1. Topics on Teaching Chemistry: didactic and methodological strategies in different areas
2. Contribution of Chemistry to Sustainable Development
3. Education in Chemistry mediated by technologies
4. Education in Chemistry in context and in interdisciplinary (CTSA, STEAM, ApS)
5. Gender, diversity and inclusive education perspectives in the teaching of Chemistry
6. Strategies for the articulation of chemical knowledge between educational levels
7. Assessment of chemical knowledge
8. Chemistry teacher training
9. History and epistemology of Chemistry and its teaching
10. Results of educational and extension research projects in Chemistry

The distinguished works in this volume were reviewed by members of the Scientific Committee of the JEQUSSST 2022 in a double-blind manner.

This volume has the outstanding contributions of two lecturers: Dr. Silvia Porro, from the Science Teaching Research Group (GIECIEN), National University of Quilmes, Bernal, Argentina and Dr. Gabriel Pinto from the Polytechnic University of Madrid and the Royal Spanish Physics and Chemistry Societies of Spain.

Of the 128 papers presented at the conference, 38 were selected for this volume, taking into consideration that all the axes were represented.

We congratulate the authors who made these works possible and we thank the members of the Scientific Committee for their contributions that undoubtedly enriched the selected works.

We hope you enjoy reading this new issue and feel motivated to make new contributions.

Sincerely,

Dr. Alberto Lazarowski

Director

Anales de la Asociación Química Argentina

Dra. Sandra A. Hernández

División Educación Química

Asociación Química Argentina



POSTERS PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Carolina Gomez Segade, Andrea Maggio, Elira Miranda, Miria Baschini

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina
carosegade@gmail.com , miria.baschini@fain.uncoma.edu.ar

Resumen

Los estudiantes de primer año y primer cuatrimestre de las carreras de Ingeniería Civil, Mecánica y Electrónica cursan de manera simultánea la asignatura Introducción a la Química, en la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional del Comahue. Aunque se separan en módulos, desarrollan en forma conjunta algunas actividades programadas. Como parte del sistema de evaluación de la cátedra se les solicitó el diseño, realización y presentación de un póster con un tema de su libre elección, que relacionara aspectos de su carrera con la química, y que pudiera presentarse para un público de su elección. La actividad solo fue planteada como obligatoria para quienes deseaban optar por la promoción de la materia. En este trabajo se analizan: la cantidad de presentaciones realizadas, la elección del trabajo grupal o en solitario, el apego a las consignas establecidas por la cátedra y los temas más preponderantes de acuerdo a cada una de las carreras. Además de tratarse de una actividad que genera entusiasmo y propone desafíos que incrementarán sus competencias como estudiantes, este tipo de tarea resulta en una interesante modalidad de evaluación acerca de los logros en relación al aprendizaje de la disciplina.

Palabras clave: posters; ingenierías; química; competencias; evaluación.

Abstract

First-year and first-four-month students of the Civil, Mechanical and Electronic Engineering majors take simultaneously the subject Introduction to Chemistry, in the Faculty of Engineering, of the National University of Comahue. Although they are separated into modules, they jointly develop some programmed activities. As part of chair evaluation system, they were asked to design, make and present a poster with a theme of their own free choice, that would relate aspects of your career to chemistry, and that could be presented to an audience of your choice. The activity was only proposed as mandatory for those who wished to opt for the promotion of the subject. In this work are analyzed: the number of presentations made, the choice of group or solo work, the adherence to the instructions established by the chair and the most preponderant topics according to each of the careers. Besides being about an activity that generates enthusiasm and proposes challenges that will increase their skills as students, this type of task results in an interesting modality of evaluation about the achievements in relation to the learning of the discipline.

Keywords: posters; engineering; chemistry; skills; evaluation.

1. INTRODUCCIÓN

El póster científico es una herramienta ampliamente utilizada en investigación para transmitir, divulgar y presentar resultados en congresos y/o reuniones académicas, lo cual puede emplearse como un recurso del docente en su enseñanza (Rodríguez-González, 2018). A través del diseño y elaboración del mismo se promueve la creatividad, el pensamiento crítico y reflexivo, la responsabilidad y el compromiso, entre otras cualidades (Salcines-Talledo y González-Fernández, 2019). Para los estudiantes de primer año de sus carreras de ingeniería, presenta un desafío importante el hecho de poder elaborar un póster como modo de presentación de un tema sobre el cual deberán previamente investigar, especialmente cuando esta presentación será tenida en cuenta como una evaluación más dentro del listado de instancias de evaluación. Desde hace algunos años se ha puesto énfasis en el desarrollo de competencias en los estudiantes, luego egresados de las carreras de Ingeniería, fomentando un plan de formación integral a lo largo de los años de cursado de sus carreras, que permitan al egresar, un profesional preparado para abordar los desafíos de su profesión. La propuesta de elaboración de un



póster, en base a unas pocas directivas, completamente a cargo de sus decisiones, es un primer pequeño paso en el camino de formación de competencias básicas y transversales, tales como: comprensión lectora, producción de materiales, resolución de problemas, autonomía en el aprendizaje y avanzar en destrezas cognitivas generales (Canales y Schmal, 2013; Cerato y Gallino, 2013). Además, la actividad práctica de realizar un poster puede ser una vía de iniciación en la ciencia (Lepez, 2020).

El objetivo del presente trabajo consiste en revisar los alcances logrados, así como los intereses particulares de una promoción de estudiantes de carreras de ingenierías no químicas, en la química básica de primer cuatrimestre de su primer año, reflejados en el diseño y presentación de un póster de temas a su elección, siendo esta actividad requerida como una evaluación más dentro del esquema de evaluaciones. A su vez, dado que la presentación tuvo carácter obligatorio solo para quienes optaran por acceder a la promoción de la materia, la revisión sobre la actividad en sí misma, nos plantea el objetivo adicional de revisar los aspectos de la propuesta que deben ser mejorados cuando se plantea el trabajo al grupo de estudiantes.

2. METODOLOGÍA

En base a una guía de trabajo se les solicitó a los estudiantes de química de primer cuatrimestre de primer año de las carreras de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Civil, explicar un tema a través de un poster que se relacione con la carrera elegida y también con la disciplina química. La elección del contenido fue libre, pudiendo realizarse en solitario o entre dos autores, debiendo elegir a que público dirigirse (público en general, secundario, técnico, etc.). El tiempo para realizar la tarea, a partir del momento de entrega de las consignas, fue de un mes. La estructura de presentación que se les solicitó, mediante una guía de trabajo más explicación en clase, fue que el material debía ser diseñado mediante el procesador que quisieran, pero finalmente debía subirse al espacio propio de tarea en la Plataforma de educación a distancia de la Universidad (PEDCO), en formato PDF, legible en hoja tamaño A4, hoja horizontal o vertical, conteniendo como ítems: título, nombre de autor/es, pertenencia a la Facultad de Ingeniería, desarrollo del tema (validez científica, imágenes informativas, buen vocabulario, etc.), conclusiones generales y referencias bibliográficas.

3. RESULTADOS

La asignatura que reúne a nuestros estudiantes, Introducción a la Química, se dicta durante los dos cuatrimestres para el primer año de todas las carreras de Ingeniería, excepto Ingeniería Química. Durante la primera mitad del año la cursan de acuerdo al plan de estudios, estudiantes de las Ingenierías Civil, Mecánica y Electrónica, conformando durante el primer cuatrimestre del año 2022 un total de 434 inscriptos. Sin embargo, solo 229 estudiantes participaron total o parcialmente de las propuestas de trabajo del curso, siendo este grupo a quienes denominamos “estudiantes activos”. La presentación y aprobación del póster solo fue considerado requisito obligatorio para quienes pretendían acceder a un cuestionario integrador para la promoción de la materia. Se entregaron 135 posters, de los cuales un 36% se elaboraron en forma grupal y un 64% individual. De la totalidad del grupo (434 alumnos inscriptos, 229 activos), fueron 185 quienes entregaron la tarea solicitada. En cuanto a los requisitos de presentación, la mayoría cumplió con el formato y el pedido de relacionar un tema de interés con sus respectivas carreras, de acuerdo a lo definido en la guía de trabajo (94 y 89% respectivamente). En cuanto a los ítems a seguir, un 44% no cumplió. La figura 1 muestra en gráficos los porcentajes de quienes entregaron respecto al total de alumnos activos (a), si lo hicieron de forma grupal o individual (b) y en relación al desempeño respecto del cumplimiento de las consignas (c).

Puede observarse que una gran mayoría de los estudiantes activos presentó el trabajo propuesto, destacando en este ítem que durante el mes pactado para su desarrollo fueron constantes las consultas acerca de la validez de los temas, de su profundidad, de los desafíos que este trabajo les planteaba. También es destacable que la elección mayoritaria para realizarlo fue de manera individual, lo cual puede deberse a que esta asignatura es del primer cuatrimestre de primer año de sus carreras y debido a las consecuencias de la pandemia por COVID-19 se acostumbraron a trabajar en forma solitaria. Mayoritariamente no se conocen al llegar a las aulas, siendo estos espacios de los primeros que les permiten la interacción.

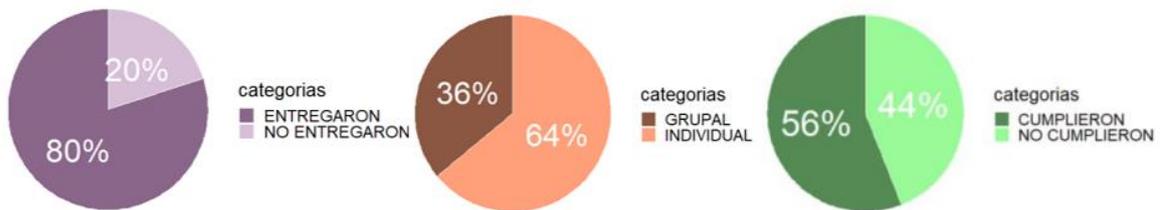


FIGURA 1. Porcentajes de entrega o no de la tarea (a), forma en que lo hicieron (b) y cumplimiento de las consignas (c).

Finalmente, en esta primera evaluación de los resultados cabe destacar que sólo el 56% del total cumplió con las consignas solicitadas, que fueron tanto una guía para establecer las directivas de las presentaciones como un ensayo acerca de cuanta atención ponen a lo solicitado. Este “desconocimiento de las normas” puede asociarse a múltiples factores, tales como la no lectura de ellas en principio, dificultad en la interpretación, a un desinterés en seguirlas, a una incomprensión de la necesidad de unificar formatos de presentaciones, etc. Este elevado número de no seguir estrictamente las indicaciones solicitadas nos permite reflexionar acerca de cuán claramente eso ha quedado indicado, a pesar de la existencia de la guía de trabajo sobre elaboración del póster, y de las maneras en las cuales será necesario que comprendan el valor de seguir un formato establecido para diversas presentaciones, que luego les será indispensable realizar a lo largo de sus carreras y luego de su ejercicio profesional. Más allá de que las normas siempre pueden ser rediscutidas, no representan verdades en absoluto sino simples directivas, este aspecto es de mucha riqueza para trabajar en la adquisición de competencias relacionadas con la expresión.

Otro aspecto que consideramos relevante revisar, dado que los y las estudiantes están cursando diferentes carreras de ingeniería y el trabajo solicitado tenía libertad en la elección del tema, respetando que se relacionara con sus carreras y que tuviera al menos algún contenido asociado a la química, fue el tipo de temáticas que seleccionaron para sus trabajos.

La figura 2 muestra el número de posters presentados por carrera, y las temáticas principales sobre las que eligieron trabajar, estableciendo, de acuerdo a la totalidad de las presentaciones las categorías principales que denominamos: “Tecnología”, “Ambiente”, “Construcción”, “Industria automotriz” y “Otros”.

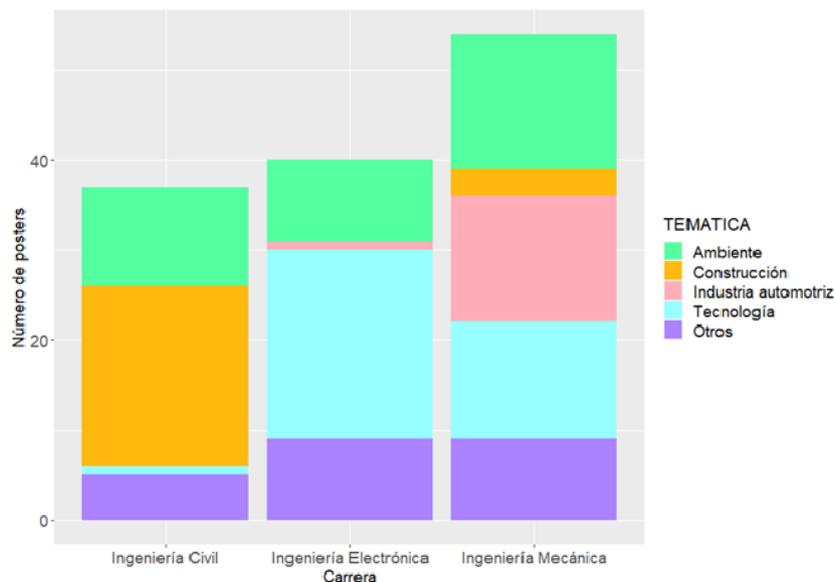


FIGURA 2. Proporción de temáticas elegidas según las carreras de los alumnos

Estas categorías de clasificación temática fueron establecidas por el equipo de cátedra luego de evaluar todas las presentaciones, de manera que no fueron indicadas previamente, sino que es el resultado de las inquietudes

e intereses personales de los y las estudiantes, en relación a su carrera. Establecer relación con contenidos de química en esta fase, resulta sencillo, ya que una de las unidades de Introducción a la Química es Tabla periódica, y siempre resulta posible relacionar cualquier aspecto de la ingeniería con los elementos químicos. La temática “Ambiente” resultó relevante en las tres carreras, siendo predominante en Ingeniería Mecánica, junto con “Industria automotriz” y “Tecnología”. Para Ingeniería Civil prevaleció “Construcción” y “Tecnología” en Ingeniería Electrónica. Esto no significa que sea posible definir con alta especificidad los intereses del grupo estudiantil, sin embargo, nos permite comprender al menos en parte cuales son los temas que los motivan, y por los cuales se encuentran estudiando carreras de ingeniería.

Desde el equipo de cátedra se fomentó el trabajo entre estudiantes pertenecientes a diferentes carreras, como una manera de integrar contenidos y favorecer un espacio de intercambio de saberes con diferentes enfoques, aunque esto solo pudo concretarse en una escasa cantidad de presentaciones. Es posible que, al encontrarse en una etapa inicial de sus carreras, donde no solo se están conociendo entre sí, sino también están aprendiendo acerca de las diversas situaciones que deben abordar como estudiantes universitarios, la posibilidad de interactuar desde las distintas ingenierías aún resulte una posibilidad distante.

Finalmente, en la figura 3, se muestran dos de los 135 presentados, a modo de ejemplo de los alcances de la actividad, en este caso realizados por estudiantes de Ingeniería Civil e Ingeniería Mecánica.

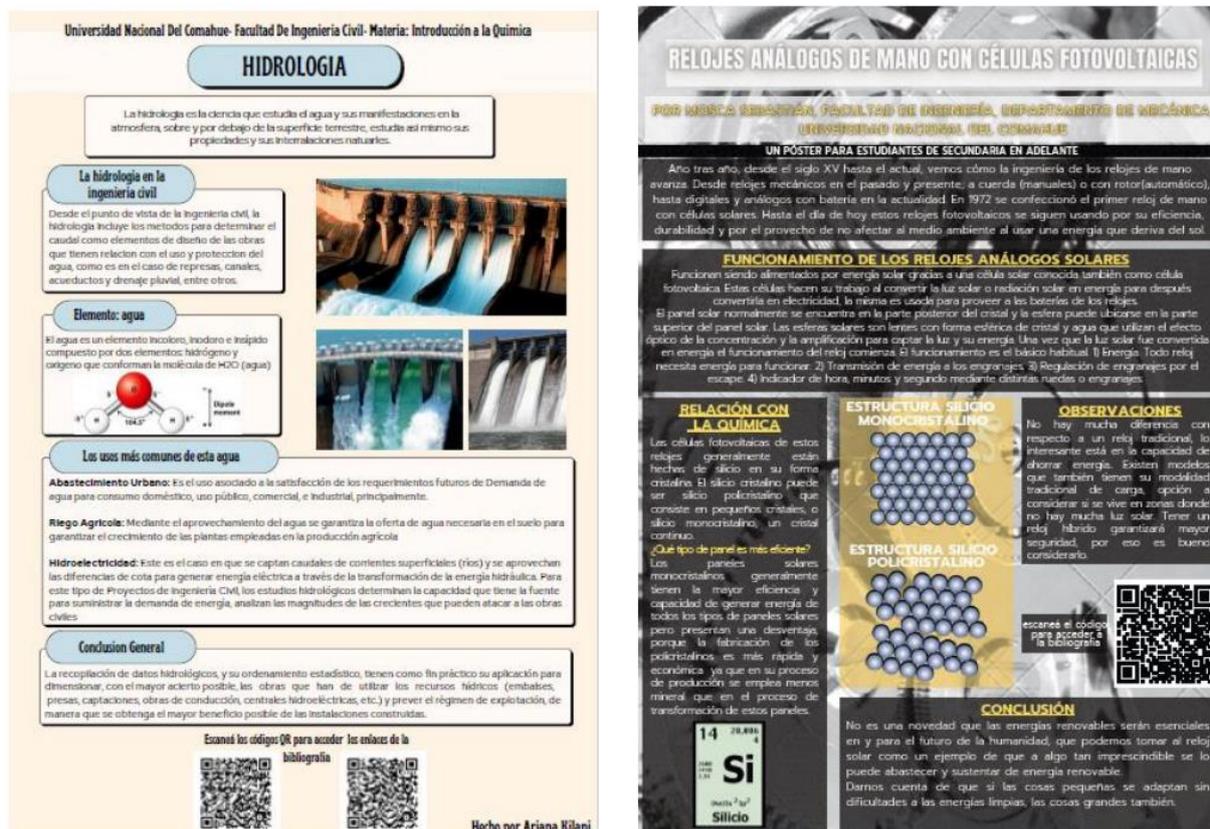


FIGURA 3. Ejemplos de posters presentados.

4. CONCLUSIONES

Puede observarse el trabajo de diseño realizado, la selección de una estructura apropiada, con producción de imágenes, la casi preponderante modalidad de aportar la bibliografía e información adicional mediada por los códigos QR, aspecto que no fue incorporado en el inicio de la carrera universitaria, sino que claramente lo han aprendido en el nivel medio, entre otros detalles destacables de estas presentaciones.



La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue organiza, cada dos años (en esta ocasión demorada por la pandemia), las Jornadas de Extensión, Investigación y Posgrado, en las cuales esperamos poder presentar un mayor número de posters de los que fueron realizados por los estudiantes, propiciando el interés por sus carreras y destacando la manera en que la química se constituye como uno de los saberes – herramienta para su futuro desempeño profesional a largo plazo, y en lo inmediato, en una manera de comprender e interactuar con el mundo que nos rodea.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue por el acompañamiento institucional en las actividades realizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Canales, T. y Schmal, R. (2013). Trabajando con Pósteres: una Herramienta para el Desarrollo de Habilidades de Comunicación en la Educación de Pregrado. *Formación universitaria*, 6(1), 41-52. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062013000100006>
- Cerato, A. I. y Gallino, M. (2013). Competencias genéricas en carreras de ingeniería. *Ciencia y tecnología*, 13, 83-94. <https://doi.org/10.18682/cyt.v1i13.58>
- Lopez, C. O. (2020). Experiencias pedagógicas en la producción de póster científicos en la carrera de Licenciatura en Enfermería. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 24(6), e4637. <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/4637>
- Rodríguez González, R. (2018). El poster científico como herramienta docente: Experiencia con alumnado de master. En E. López-Meneses et al (Eds.), *Experiencias pedagógicas e innovación educativa. Aportaciones desde la praxis docente e investigadora (pp 1742-1750)*. Ediciones OCTAEDRO, S.L. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6880736>
- Salcines Talledo, I. y González Fernández, N. (2019). Introducción del póster científico en el proceso evaluativo en Educación Superior. Una buena práctica en la Universidad de Cantabria. En I. Aguaded, A. VizcainoVerdú y Y. Sandoval- Romero (Eds.), *Competencia mediática y digital: Del acceso al empoderamiento (pp 285-290)*. Grupo Comunicar Ediciones. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7699411>



ESTILOS DE APRENDIZAJE: MODELO DE LA PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA (PNL) EN LOS ESTUDIANTES DE QUÍMICA DE LA UNLP

Daniela Caichug, Maricel Caputo, Diego Colasurdo, Gonzalo Carreras, Matías Pila, Danila Ruiz

Centro de Estudios de Compuestos Orgánicos (CEDECOR). Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de la Plata, C. 115 s/n, B1900 La Plata, Argentina.

danielarivera@quimica.unlp.edu.ar , maricelcaputo2@gmail.com , diego.colasurdo@quimica.unlp.edu.ar , gjcarreras@gmail.com , mpila@quimica.unlp.edu.ar , ruizdanila@gmail.com

Resumen

El docente debe entender la forma de aprender y las necesidades de sus alumnos, para desarrollar una práctica pedagógica más personalizada y significativa, es importante adecuar las estrategias de enseñanza y evaluación para promover aquellos estilos menos desarrollados y potenciar aún más los estilos predominantes, esta investigación tiene como objetivo identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes de química de la UNLP para lo cual se aplicó un enfoque cuantitativo con preguntas cerradas, el instrumento utilizado fue la encuesta de Programación Neurolingüística (PNL). El PNL afirma que el ser humano tiene tres grandes sistemas para representar mentalmente la información: visual, auditivo y kinestésico (VAK). Se aplicó la prueba de estilos de aprendizaje modelo PNL a 24 encuestados de 18 a 25 años de la asignatura de Química Orgánica I, de la Licenciatura en Química de la UNLP, periodo marzo – junio 2022, los resultados muestran que el estilo predominante es el estilo visual con un 58% del total de los encuestados, seguido de un 21% de estilo Kinestésico, y otro 21% del estilo de aprendizaje auditivo.

Palabras clave: Estilos de aprendizaje; aprendizaje visual; aprendizaje auditivo; aprendizaje kinestésico; programación neurolingüística (PNL)

Abstract

The teacher must understand the way of learning and the needs of their students, to develop a pedagogical practice more personalized and meaningful, it is important to adapt teaching and evaluation strategies to promote those less developed styles and further enhance the predominant styles, this research aims to identify the learning styles of chemistry students at UNLP for which a quantitative approach with closed questions was applied, the instrument used was the Neurolinguistic Programming survey (NLP). NLP affirms that the human being has three great systems to mentally represent information: visual, auditory and kinesthetic (VAK). The NLP model learning styles test was applied to 24 respondents from 18 to 25 years of age of the Organic Chemistry I subject, of the UNLP Chemistry Degree, period March - June 2022, the results show that the predominant style is the visual style with 58% of the total respondents, followed by 21% of the Kinesthetic style, and another 21% of the auditory learning style.

Keywords: Learning styles; visual learning; auditory learning; kinesthetic learning; Neuro Linguistic Programming (NLP)

1. INTRODUCCIÓN

Conocer los estilos de aprendizaje que prevalecen en los alumnos con los que se trabaja es indispensable para ajustar la ayuda pedagógica a las particularidades de cada uno y así contribuir a elevar los niveles de la calidad educativa y el rendimiento académico. El docente debe entender la forma de aprender y las necesidades de sus alumnos, para desarrollar una práctica pedagógica más personalizada, planes de clase eficientes con aprendizajes significativos como lo hace notar (Ausubel, 1983) en su Teoría del Aprendizaje Significativo: el conocimiento verdadero solo puede nacer cuando los nuevos contenidos tienen un significado a la luz de los conocimientos que ya se tienen. Hace hincapié en la importancia del aprendizaje significativo en lugar de aprender de una manera monótona y memorística.

El objetivo de esta investigación es identificar los estilos de aprendizaje, desde el modelo de la Programación Neurolingüística (PNL) de los estudiantes de la asignatura de Química Orgánica I, de la Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de la Plata, en el periodo académico marzo-junio 2022. (Santillán-Lima, et al., 2021) manifiesta que los estilos de aprendizaje han realizado cambios representativos en el proceso educativo, ayuda a comprender a maestros y educandos que cada ser tiene distinta manera de aprender, sentir, comportarse, y pensar (diferencias individuales). El emplear una destreza docente obsoleta donde los educandos son exclusivamente oyentes pasivos desarrolla procesos educativos monótonos y memorísticos, lo que significaría continuar nutriendo al conductismo en pleno siglo XXI, sin tomar en cuenta que la combinación de diferentes estrategias didácticas facilita al estudiantado la asimilación de los contenidos de una forma más auténtica y real (Sandí & Cruz, 2016).

2. ESTILOS DE APRENDIZAJE

Los estilos de aprendizaje, según (Cortés, 2017), se definen como los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los docentes perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje. El conocimiento del estilo de aprendizaje presenta ventaja en el ámbito educativo, pues el mismo permite una mejor comprensión de las características de cada estudiante, de la manera en la cual éste aborda la realidad y cómo aprende. Para el docente puede ser una fortaleza saber sobre los estilos de aprendizaje, ya que con ellos puede adecuar las estrategias de enseñanza y evaluación, además de promover aquellos estilos menos desarrollados y potenciar aún más los estilos predominantes. Pitre-Redondo, et al. 2021

3. PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA (PNL)

El modelo de estilos de aprendizaje de la Programación Neurolingüística (PNL) hace referencia a la relación entre el cerebro y el lenguaje el mismo que considera que la vía de ingreso de información al cerebro (ojo, oído, cuerpo) resulta fundamental en las preferencias de quién aprende o enseña. Concretamente, el ser humano tiene tres grandes sistemas para representar mentalmente la información: visual, auditivo y kinestésico (VAK). Aliste, M. et al. (2006). Asimismo, dentro del desarrollo del aprendizaje, existen bases neurológicas que permiten ser trabajadas, para llevar a cabo un aprendizaje más significativo, con sentido para los educandos y sobre todo que aporte a la argumentación y reflexión del conocimiento. En ese sentido, se encontró el modelo PNL que contiene a su vez bases conscientes que permiten a través del lenguaje cambiar estructuras dentro del ser humano. (Delgado & Mahecha, 2021).

4. METODOLOGÍA

Se realizó en la Universidad Nacional de la Plata a jóvenes entre 18 y 25 años del primer semestre de la asignatura de Química Orgánica I, de la Facultad de Ciencias Exactas de la carrera de Licenciatura en Química establecido en el periodo marzo – junio del 2022. Se aplicó un muestreo por conveniencia en el que la muestra es seleccionada de forma arbitraria (Salvadó, E., 2016), en este caso el alumnado es el que decidió participar o no en esta investigación, de los 35 alumnos 24 fueron parte de este estudio. Se aplicó un enfoque cuantitativo para determinar los estilos de aprendizaje de los educandos, para lo cual se aplicaron preguntas cerradas, el instrumento utilizado fue la encuesta de Programación Neurolingüística (PNL) la cual ofrece una explicación de como las personas perciben e interpretan la realidad, es decir cómo funciona nuestra mente. Las preguntas básicamente indagan en cuestiones personales como por ejemplo ¿Cuál de las siguientes actividades disfrutas más? Opciones: a) escuchar música b) ver películas c) bailar tu música preferida; de esta manera podemos evaluar con qué sentidos la persona se identifica y en qué estilo se desenvuelve mejor, si eligió la opción “a” con la visión, si eligió la opción “b” con el sentido auditivo y opción “c” con el movimiento corporal el cual corresponde al estilo kinestésico, al analizar las demás preguntas se puede determinar con qué estilo de aprendizaje los estudiantes se indentifican y con un básico proceso estadístico en que porcentaje. El

procedimiento fue por etapas, se inició analizando teóricamente los tipos de aprendizaje según PNL (auditivo, visual, kinestésico) en la segunda etapa se aplicó la prueba que consta de 45 preguntas. Y en la tercera etapa se interpretan estos resultados para obtener los estilos de aprendizaje de cada grupo.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se aplica una investigación bibliográfica para conocer más a fondo la prueba de estilos de aprendizaje PNL, este tipo de modelo planteado por Richard Bandler y John Grinder, conocido también como VAK, por las siglas de visual-auditivo-kinestésico, utiliza los tres principales receptores sensoriales: ojo, oído, cuerpo para determinar el estilo dominante de aprendizaje. En el campo de la psicopedagogía el PNL ayuda a comprender cuáles son las vías preferentes de entrada, procesamiento y salida de la información. Determina tres estilos de aprendizaje:

Visual:

Afirma que el aprendizaje visual se da mediante la observación y puede tener dificultad para recordar enseñanzas verbales. Para ellos es fundamental ver la expresión facial y el lenguaje corporal del docente, sus expresiones y gestos son claves para aprender y retener la información. (Sprock, 2018) de igual manera explica que los educandos visuales aprenden mejor cuando observan una figura, cuando leen o ven alguna información.

Estos alumnos destacan en lo imaginativo, se les da bien crear películas, realizar organizadores gráficos, mapas conceptuales o mentales, pictogramas, líneas del tiempo, vídeos, dibujos, pinturas, exposiciones, microscopios, telescopios y todo lo relacionado con la vista, además el estilo de aprendizaje visual identifica la información de manera mucho más rápida y global. El uso de colores, por ejemplo, puede aumentar su efectividad. Las personas que utilizan el aprendizaje visual necesitan ver la información para poder comprenderla y memorizarla. Sin embargo, pueden hacer esto de muchas maneras y utilizando varias habilidades distintas, entre las que se incluyen algunas como la percepción espacial, la memoria fotográfica, o la distinción entre tonos y contrastes. (Iturrizaga, 2019)

Auditivo:

Es fundamental en el aprendizaje de los idiomas, y naturalmente, de la música, donde los estudiantes utilizan el audio como método principal de escucha activa para mejorar sus conocimientos, habilidades y creativities. El alumno auditivo necesita escuchar su grabación mental paso a paso. Los alumnos que memorizan de forma auditiva no pueden olvidarse ni una palabra porque no podría seguir con sus certámenes o relatos, es como cortar la cinta de una cassette. (Castro y Castro, 2017) Además, necesitan el silencio para estudiar y prefiere escuchar los temas o que se los lea, poseen características como: distraerse con facilidad, retener la conversación ya que tienen fluidez de palabras, al leer mueven los labios, tiene aptitud para expresar sus emociones oralmente, la música le encanta, modulan el tono y timbre de voz. Se destacan en los debates, mesas redondas, dictar conferencias, escuchar audiolibros, escribir al dictado o leer en voz alta.

Kinestésico:

Este tipo de alumnos asocian la información a sensaciones y a movimientos del cuerpo. (Tocci, 2013) refiere que los educandos que manejan el sistema kinestésico emplean mayor tiempo que el resto, son lentos, no es que le falte inteligencia, más bien es otra forma distinta de aprender. Los estudiantes con este tipo de estilo destacan en los trabajos de campo, en dinámicas o talleres donde disfrutan lo que hacen, aprenden haciendo. Perciben con gran intensidad sensaciones, emociones, procesan la información por el tacto, el gusto, el olfato, la visión y la audición, pero a medida que estos sentidos se sienten en el cuerpo. Prefieren las clases prácticas y mientras leen o estudian pueden estar meciéndose o caminando, pues necesitan estar en movimiento permanente. Aprenden construyendo y deshaciendo con las manos.

6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se evalúan los puntajes obtenidos según fueran visuales, auditivos o kinestésicos, se otorgó un puntaje a cada uno de los estilos, es decir V = 15 puntos A =15 puntos K =15 puntos, considerando que los sistemas de representación pueden ser utilizados de igual manera. Los resultados de cada persona deberían idealmente llegar a 15 puntos en cada uno de los sistemas de representación, lo que sumado es de 45 puntos. Los alumnos con puntajes mayores a 15 presentarían un predominio de alguno de los sistemas (no implica que sea bueno o malo). Pueden coexistir dos sistemas con puntajes mayores a 15, lo que origina visual-auditivo, visual-kinestésico y auditivo-kinestésico. Otra alternativa es que los 3 sistemas tengan puntajes mayores de 15. (Aliste, et al. 2006).

Se aplicó la prueba de estilos de aprendizaje modelo PNL a 24 alumnos de la asignatura de Química Orgánica I, se obtuvo que el estilo predominante es el estilo visual con un 58% del total de los encuestados lo que significa que ellos aprenden mejor mediante: organizadores gráficos, mapas conceptuales o mentales, pictogramas, vídeos, dibujos, películas, pinturas, exposiciones, museos, microscopios, telescopios y todo lo relacionado con la vista y el uso de colores aumenta su efectividad, seguido de un 21% de estudiantes que tienen un estilo Kinestésico, a la par del estilo auditivo con el 21%, dichos datos se pueden observar de mejor manera en la figura 1.

Tabla 1: Estilos de aprendizaje según el modelo PNL

Estilo de Aprendizaje	Porcentaje	Personas
Visual	58%	14
Auditivo	21%	5
Kinestésico	21%	5
Total	100%	24

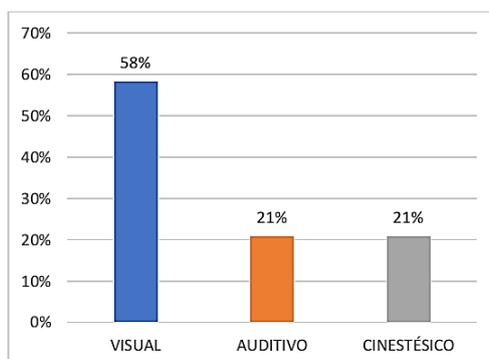


FIGURA 1. Porcentajes de los estilos de aprendizaje según el modelo PNL

7. CONCLUSIONES

- El uso de los estilos de aprendizaje mejora las habilidades y destrezas de los educandos, demuestra una actitud positiva en cada una de las actividades planteadas por el docente, además el desarrollo pedagógico influye en el aprendizaje de los estudiantes, lo que conlleva a la comprensión de los ejercicios de diversas áreas del conocimiento de manera lógica y no por memorización.
- El estilo de aprendizaje de la Programación Neurolingüística (PNL) toma en cuenta la relación entre el lenguaje y el cerebro, el mismo que considera que la vía de ingreso de información al cerebro (ojo, oído, cuerpo) resulta fundamental en las preferencias de quién aprende o enseña.

- En el grupo estudiado predomina el uso del sistema de representación visual con un 58% de los alumnos tanto en las actividades teórico como prácticas, durante el ejercicio profesional supervisado no porque no les interese utilizar otra vía, sino porque no están acostumbrados a prestarle atención a las otras vías de ingreso de información y comprensiblemente siguen privilegiando el sistema visual.
- Al prevalecer el estilo de aprendizaje visual, se recomiendan las siguientes estrategias pedagógicas; realizar organizadores gráficos, mapas conceptuales o mentales, pictogramas, líneas del tiempo, árbol de problemas, diagramas (espinas del pez), vídeos, dibujos, películas, pinturas, exposiciones, museos, microscopios, telescopios y todo lo relacionado con la vista, al tratarse de un método de enseñanza que permite identificar la información de manera mucho más rápida y global el uso de colores aumenta su efectividad, estas estrategias son aptas para todas las edades.
- Finalmente se estableció que el presente trabajo da paso a futuras investigaciones para poner en claro los diferentes tipos de aprendizaje que existen y de esta manera crear una clase más personalizada y con mejores resultados de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Centro de estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR) del Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de la Plata, por el financiamiento, colaboración y participación en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliste, M. E. R., Real, D. L., & Bravo, I. L. (2006). ¿Eres visual, auditivo o kinestésico? Estilos de aprendizaje desde el modelo de la Programación Neurolingüística (PNL). *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(2), 1-10. <https://rieoei.org/historico/deloslectores/1274Romo.pdf>
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10), 1-10. https://conductitlan.org.mx/07_psicologiaeducativa/Materiales/E_Teoria_del_Aprendizaje_significativo.pdf
- Castro, S., & de Castro, B. G. (2017). Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje: Una propuesta para su implementación. *Revistas de investigación*, 29(58). <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140372005.pdf>
- Cortés, M. (2017). *Estilos de aprendizaje*. Ciudad de México, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. <https://doi.org/10.55777/rea.v5i9.953>
- Delgado Martínez, J. L., & Mahecha Fontecha, M. A. (2021). *Relación entre los estilos de aprendizaje, según el modelo de programación neurolingüística (PNL) y el desarrollo de la capacidad metacognitiva en estudiantes de dos centros educativos de Huila y Bogotá, Colombia* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios). https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/12988/4/TM.ED_DelgadoJaime_MahechaMayra_2021.pdf
- Iturrizaga Flores, I. R. (2019). Estilos de aprendizaje en estudiantes de quinto ciclo de primaria en una institución educativa del distrito de Ventanilla. <https://repositorio.usil.edu.pe/items/8614fea3-7688-4377-9661-2e6f493864ce>
- Pitre-Redondo, R., Sánchez-Martínez, N. M., & Hernández-Palma, H. G. (2021). Estilos de aprendizaje de estudiantes wayuu en universidades públicas del departamento de La Guajira, Colombia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(2), 349-359. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-83062021000100349
- Sandí Delgado, J. C., & Cruz Alvarado, M. A. (2016). Propuesta metodológica de enseñanza y aprendizaje para innovar la educación superior. *InterSedes*, 17(36), 153-189. <https://www.redalyc.org/journal/666/66648525006/html/>
- Santillán-Lima, J. C., Caichug-Rivera, D. M., Molina-Granja, F., Lozada-Yanez, R., & Luna-Encalada, W. G. (2021). Estilos de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería en tecnologías de la información de la Epoch



- sede Orellana. *Dominio de las Ciencias*, 7(4), 2081-2095. <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2221>
- Salvadó, I. E. (2016). Tipos de muestreo. Pág. 22, 66. <https://www.academia.edu/download/56813129/Tipos.de.Muestreo.Marzo.2016.pdf>
- Sprock, A. S. (2018). Conceptualización de los Modelos de Estilos de Aprendizaje. *Revista de estilos de aprendizaje*, 11(21). <https://doi.org/10.55777/rea.v11i21.1088>
- Tocci, A. M. (2013). Estilos de aprendizaje de los alumnos de ingeniería según la programación neuro lingüística. *Revista de estilos de aprendizaje*, 6(12). <https://doi.org/10.55777/rea.v6i12.994>



EL TRABAJO INTEGRADOR EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS PARA LA INVESTIGACIÓN

Ivana Casariego, Agustina Romeo, Fabiana Leotta, Fernando Peralta, Florencia Burgui,
Ezequiel Vidal, Claudia Domini, Mariano Garrido

INQUISUR, Departamento de Química, Universidad Nacional Del Sur (UNS)-CONICET, Av. Alem 1253,
Bahía Blanca 8000, Argentina

cdomini@criba.edu.ar, mgarrido@uns.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta una estrategia didáctica basada en un enfoque integrador tendiente a la formación de estudiantes con competencias relacionadas con la investigación científica. Durante el desarrollo del trabajo de investigación, los estudiantes fueron capaces de movilizar conocimientos y habilidades adquiridas en asignaturas anteriores, adquirieron criterio para sistematizar y analizar información y fueron capaces de estudiar la factibilidad para proponer un método analítico acorde a sus objetivos. Además, se integraron otras capacidades propias del pensamiento científico, como interpretar, observar, sintetizar, describir y comparar. El trabajo integrador como estrategia didáctica basada en un enfoque de la pedagogía de la integración, llevado adelante en un contexto similar al de un investigador en química analítica, permitió a los estudiantes adquirir y afianzar nuevas competencias, típicas del saber-ser investigador

Palabras clave: trabajo integrador; competencias de investigación; diseño factorial completo; análisis por imágenes; nefelometría

Abstract

This paper presents a didactic strategy based on an integrative approach tending to the formation of students with skills related to scientific research. During the development of the work of research, students were able to mobilize knowledge and skills acquired in subjects above, they acquired criteria to systematize and analyze information and were able to study the feasibility of propose an analytical method according to their objectives. In addition, other capacities of thought were integrated scientific, how to interpret, observe, synthesize, describe and compare. Integrative work as a didactic strategy based on an integration pedagogy approach, carried out in a context similar to that of a researcher in analytical chemistry, allowed students to acquire and consolidate new skills, typical of knowing how to be a researcher

Keywords: integrative work; research skills; full factorial design; image analysis; nephelometry

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Marco teórico

La integración de los conocimientos fue introducida por primera vez por De Ketele, a principios de la década del '80, a través del establecimiento de "objetivos globales terminales" que son evaluados al final de un determinado año o ciclo (Ketele, 1984). Esta integración, puede ser definida en forma general como "una operación por medio de la cual hacemos interdependientes diferentes elementos que estaban disociados al inicio, para hacerlos funcionar de una manera articulada en función de un objetivo dado" (Roegiers, 2007). Esta definición enfatiza la necesidad de tres componentes para que se pueda dar la integración: en primer lugar, debe existir la interdependencia entre los conocimientos, saberes, capacidades que se han de integrar. Esto implica que estén interconectados en un sistema. En segundo lugar, habla de que estos componentes a integrar deben ponerse en movimiento de forma coordinada para cumplir una función o una acción. Por

último, se refiere a una idea de *polarización* que está relacionada con que esta movilización se realice para lograr un objetivo determinado.

Por otra parte, en relación con esta perspectiva, Le Boterf (1994) define la competencia como un “saber actuar, es decir, un saber integrar, movilizar y transferir un conjunto de recursos (conocimientos, saberes, aptitudes, razonamientos, etc.) en un contexto dado para hacerle frente a los diferentes problemas encontrados o para realizar una tarea”. Esta definición explica por qué el enfoque basado en competencias está íntimamente relacionado con la pedagogía de la integración. Roegiers (2007) incluso llega a expresar que “solo se puede ser competente si se es capaz de integrar un conjunto de cosas que se han aprendido”. Este enfoque integrador, ha sido propuesto también para abordar el proceso de aprendizaje referido a competencias directamente relacionadas con la formación en investigación (Hewitt Ramírez y Barrero Rivera, 2012). En esta perspectiva, la integración de conceptos, contenidos y estrategias desarrolla en los estudiantes el pensamiento crítico, el interés por la búsqueda de problemas no resueltos, la capacidad de interpretar, analizar y sintetizar información, y otras capacidades como la observación, descripción y comparación. Todas estas competencias, con distinto nivel de complejidad, contribuyen a las características que hacen al “saber ser” investigador.

Ahora bien, la adquisición de una competencia requiere de una situación práctica que resulte en un aprendizaje significativo para el estudiante (Yániz y Villardón 2008). El hecho de ser capaces de movilizar, de forma integrada, aprendizajes previos de manera eficaz, permite al estudiante dar sentido a esos aprendizajes. El rol de los docentes en este contexto, en lugar de enseñar saberes fragmentados, es llevar a los estudiantes a movilizarlos en situaciones significativas (Roegiers, 2007).

1.2 Objetivo

En este contexto, el presente trabajo, desarrollado en la asignatura Prácticas de Química Analítica (cuarto año del plan de estudios de la carrera de Licenciatura en Química) tiene como objetivo general plantear una estrategia didáctica basada en un enfoque integrador, que haga posible la formación de estudiantes con competencias relacionadas con la investigación científica. Esto implica movilizar conocimientos, habilidades y capacidades para la construcción y afianzamiento de nuevas competencias, propias del investigador.

2. METODOLOGÍA

La propuesta plantea una actividad integradora, a modo de objetivo global terminal, para el último mes de la asignatura Prácticas de Química Analítica, a través de la cual se espera fomentar la adquisición de competencias vinculadas con la investigación científica. Esta actividad consiste en un trabajo de investigación, sobre un tema seleccionado por los estudiantes en base a sus propios intereses, para llevar adelante en grupos de no más de tres personas. Concretamente, se propone aplicar un método analítico para la determinación de un analito particular en muestras reales.

El trabajo consta de varias etapas (**Figura 1**), cuya realización está programada por el grupo de estudiantes, bajo la supervisión de los docentes de la cátedra. La primera etapa comienza poniendo en juego sus capacidades de búsqueda de información, que ya han ejercitado en asignaturas anteriores, sobre el tópico elegido para la investigación, la importancia de determinar el analito elegido y las implicancias sociales del tema (definición del problema). Luego, en una segunda etapa, los estudiantes recopilan y sistematizan la bibliografía vinculada a los posibles métodos analíticos para llevar adelante la determinación deseada, tomando en cuenta la disponibilidad de reactivos, materiales e instrumentación del laboratorio y las técnicas analíticas aprendidas en asignaturas anteriores (selección del método analítico). Posteriormente, en función de la selección realizada, los alumnos bosquejan un cronograma de actividades, en función del número de clases disponibles, encuentros adicionales (si hicieran falta) y las fechas de finalización del cuatrimestre (planificación del trabajo). Este plan de actividades involucra el muestreo, la preparación de disoluciones, la búsqueda del material de laboratorio adecuado y considera las implicancias de seguridad de los reactivos a emplear y la disposición final de residuos. La siguiente etapa abarca el trabajo de laboratorio propiamente dicho, que comprende las operaciones previas (tratamiento de la muestra), la parte determinativa y el

tratamiento estadístico de los datos, para lo que se integran saberes adquiridos previamente en tres asignaturas: Química Analítica Fundamental, Química Analítica Instrumental y Quimiometría (trabajo experimental).

Finalmente, cada grupo elabora un informe escrito en el que se presentan los resultados del trabajo. Sobre este trabajo, los estudiantes realizan una exposición oral, como cierre de la actividad, donde comunican la experiencia realizada al resto de la clase (comunicación de los resultados).

3. RESULTADOS

En este trabajo se recoge la experiencia realizada por un grupo de estudiantes, que consistió en determinar experimentalmente la concentración de ciclamato de sodio en edulcorantes comerciales. Se resumen aquí los principales hitos de su trabajo de investigación:

3.1 El problema analítico

Actualmente, los edulcorantes artificiales son una opción no calórica a los azúcares que son ampliamente utilizados en todo el mundo. Estos aditivos desempeñan un papel importante en la industria alimentaria, se utilizan generalmente para aumentar la calidad y la seguridad de los productos. El ciclamato de sodio fue sintetizado por primera vez en 1937 y se lo utiliza como edulcorante artificial desde 1950. Este edulcorante se emplea, no solo en bebidas dietéticas y endulzantes de mesa, sino también en productos farmacéuticos, pastelería, postres, lácteos, caramelos, mermeladas y confites (Yu et al, 2012).



Figura 1: Etapas en la metodología de trabajo

El ácido ciclámico, comúnmente llamado ciclamato presenta un poder endulzante entre 30 a 40 veces mayor que la sacarosa. Comercialmente, existen las sales de sodio y calcio, pero comúnmente es utilizada la sal de sodio la cual se obtiene por sulfonación de ciclohexilamina con ácido clorosulfónico, en presencia de hidróxido de sodio (Hashemi et al, 2015).

Este edulcorante tiene la ventaja de ser económico, recomendado para diabéticos, apto para cocinar y de sabor agradable. La mayor desventaja que presenta es que no es considerado un aditivo alimentario sin riesgos. En la década de los 70 numerosos países, incluyendo Canadá, Estados Unidos e Inglaterra, prohibieron el uso del ciclamato de sodio como aditivo, sin embargo, otros confirman su inocuidad, lo cual es actualmente tema de discusión (Liu et al, 2022).

3.2 El método analítico

Existen numerosas técnicas analíticas para la determinación cuantitativa de ciclamato de sodio en muestras de alimentos (Zyglar et al, 2009), entre ellas se pueden citar la turbidimetría (Llamas et al. 2005). Los estudiantes decidieron hacer la adaptación del trabajo publicado por Llamas et al. (2005) para llevar a cabo la determinación de ciclamato en muestras de edulcorantes líquidos comerciales. Paralelamente, investigaron sobre el uso de la nefelometría, otra técnica basada en la dispersión de la luz por efecto de partículas en suspensión. Asimismo, acompañados por uno de los docentes de la cátedra, incursionaron en el uso de teléfonos inteligentes como dispositivo de detección óptico factible de ser utilizado en determinaciones turbidimétricas y nefelométricas (Vidal et al, 2020).

3.3 Cronograma de trabajo

En base a lo investigado, los estudiantes organizaron un cronograma de trabajo (Figura 2), teniendo en cuenta las actividades planeadas y la disponibilidad de clases de laboratorio (dos días por semana, en clases de 4 horas). Es importante destacar que el tiempo empleado en clase fue principalmente dedicado al trabajo de laboratorio (actividad 4), y lo que figura en el cronograma de la Figura 2 para las actividades restantes corresponde a consultas, discusión con los docentes de la cátedra y exposiciones presenciales. El resto del trabajo fue realizado como tarea en horarios extra.



Figura 2: Cronograma de actividades

3.4 Trabajo experimental

Dado que el trabajo original (Llamas et al., 2005) se realizaba en flujo continuo, fue un desafío para los estudiantes optimizar las condiciones para llevar adelante la determinación en *batch*. Para ello, utilizaron estrategias de diseño estadístico de experimentos. Particularmente, el grupo de estudiantes decidió la aplicación del Diseño Factorial Completo (Tabla I) como método de estudio de las variables experimentales y su optimización.

Tabla I: Matriz codificada y experimental del Diseño Factorial Completo

Exp.	Concentración del oxidante (NaNO ₂ - mL)		Concentración del medio ácido (HCl- mL)		Estabilizante (glicerina- mL)	
	Matriz Codificada	Matriz experimental	Matriz Codificada	Matriz experimental	Matriz Codificada	Matriz experimental
1	+	10	+	9	+	3
2	+	10	+	9	-	1
3	+	10	-	6	+	3
4	+	10	-	6	-	1
5	-	6	+	9	+	3
6	-	6	+	9	-	1
7	-	6	-	6	+	3
8	-	6	-	6	-	1

Luego, con las condiciones de trabajo optimizadas (**experimento 7, Tabla 1**), llevaron adelante la determinación de ciclamato en las muestras de edulcorante. Esto fue realizado tanto utilizando la técnica de turbidimetría, con la ayuda de un espectrofotómetro convencional como haciendo uso de nefelometría, para lo que emplearon un dispositivo impreso en 3D acoplado a la cámara de un teléfono inteligente como detector, procesando las imágenes con ayuda del software libre ImageJ, (<http://imagej.net/ImageJ>) (**Figura 3**).

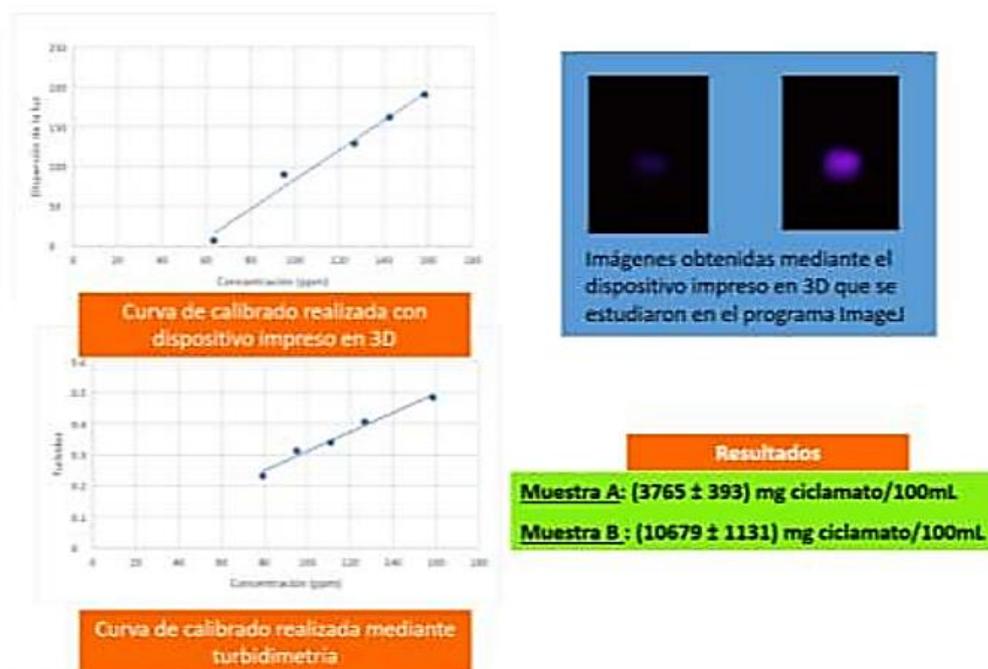


Figura 3: Curvas de calibrado realizada por turbidimetría y mediante nefelometría utilizando en el dispositivo 3D (izq). Resultados obtenidos para dos muestras comerciales de edulcorante (der).

3.5 Comunicación de los resultados de la investigación

Los estudiantes realizaron una monografía, a modo de informe, en el que volcaron todo el trabajo realizado. Las competencias comunicacionales son una parte importante de las características del saber-ser de un investigador científico. Desde la cátedra se hace especial hincapié en fortalecer las herramientas de comunicación escrita y oral, sobre todo teniendo en cuenta que, cuando los estudiantes cursan Prácticas de Química Analítica, están cerca de la finalización de la carrera. La monografía escrita requiere un proceso de iteración entre los estudiantes y los docentes, a través del cual se llega a una versión definitiva del trabajo. En base al informe presentado, los estudiantes realizaron una comunicación oral breve de su trabajo frente a estudiantes, docentes y otros colaboradores de la cátedra, en la que resumieron los principales hallazgos, las dificultades surgidas durante la actividad y los aprendizajes adquiridos.

4. CONCLUSIONES

El trabajo presentado ha permitido constatar la efectividad del trabajo integrador como herramienta para la construcción de competencias relacionadas con la investigación científica. Los estudiantes, a través de la actividad propuesta pudieron integrar conceptos, saberes y estrategias para llevar adelante un trabajo de investigación de complejidad media. A lo largo del trabajo de investigación, los alumnos fueron capaces de movilizar conocimientos y habilidades adquiridas en asignaturas anteriores, obtuvieron información de diferentes fuentes para el planteamiento de un problema a resolver, sistematizaron y analizaron de manera crítica la información recolectada y propusieron un método analítico factible de ser realizado para lograr sus objetivos. Para llegar a la meta propuesta, hubieron de poner en juego otras capacidades propias del pensamiento científico, como la interpretación, la síntesis, la observación, la descripción y la comparación. Es

importante destacar que los estudiantes no se limitaron a repetir o reproducir métodos analíticos descritos en la bibliografía, sino que fue preciso realizar adaptaciones de los mismos a la realidad del laboratorio. Más aún, los alumnos, bajo la guía de los docentes, incursionaron en la aplicación de nuevas tecnologías, explorando caminos inéditos para la obtención de resultados.

El planteo del trabajo integrador como estrategia didáctica basada en la pedagogía de la integración, en un contexto similar al de un investigador en química analítica, hizo posible que los estudiantes adquieran y afiancen nuevas competencias, típicas del saber-ser investigador.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur y la financiación de la mencionada Universidad a través de los proyectos PGI 24/Q099 y PGI 24/Q123.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hashemi, M., Zohrabi, P. y Abdolhosseini, S. (2015). *Spectrophotometric determination of cyclamate in artificial sweeteners and beverages after ultrasound-assisted emulsification microextraction*. Analytical Methods, 7(6), 2594-2602
- Hewitt Ramírez, N. y Barrero Rivera, F. (2012). *La integración de los saberes: una propuesta curricular para la formación en investigación en la educación superior*. Psychologia. Avances de la disciplina, 6(1), 137-145
- Ketele, J. M (1984). *Observar para Educar*. Visor
- Le Boterf, G. (1994). *De la compétence. Essai sus un attracteur étrange*. Les Éditions d'organisations
- Liu, C. C., Ko, C. H., Fu, L. M. y Jhou, Y. L. (2022). *Light-shading reaction microfluidic PMMA/paper detection system for detection of cyclamate concentration in foods*. Food Chemistry, 134063
- Llamas, N. E., Di Nezio, M. S., Palomeque, M. E. y Band, B. S. F. (2005). *Automated turbidimetric determination of cyclamate in low calorie soft drinks and sweeteners without pre-treatment*. Anal. Chim. Acta 539, 301–304.
- Roegiers, X. (2007). *Pedagogía de la Integración. Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza*. Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana.
- Vidal, E., Lorenzetti, A. S., Aguirre, M. Á., Canals, A., y Domini, C. E. (2020). *New, inexpensive and simple 3D printable device for nephelometric and fluorimetric determination based on smartphone sensing*. RSC advances, 10(33), 19713-19719.
- Yániz, C., y Villardón, L. (2008). *Planificar desde competencias para promover el aprendizaje*. (Vol. 12). Universidad de Deusto
- Yu, S., Zhu, B., Lv, F., Li, S., y Huang, W. (2012). *Rapid analysis of cyclamate in foods and beverages by gas chromatography-electron capture detector (GC-ECD)*. Food chemistry, 134(4), 2424-2429
- Zyglar, A., Wasik, A., y Namieśnik, J. (2009). *Analytical methodologies for determination of artificial sweeteners in foodstuffs*. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 28(9), 1082-1102.



COMPETENCIA DE COMUNICACIÓN EFECTIVA: UNA MIRADA HACIA ADENTRO EN ASIGNATURAS DE QUÍMICA

Delletesse Maximiliano^{1,2}, Capdevila Verónica¹, Franchi Luisa¹, Vitale Paula¹, Tasca Julia¹, Laborde Mariana¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Bs. As. (UNICEN), Olavarría, Argentina

²Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales – FIO, UNICEN, Olavarría, Argentina
mdelletesse@fio.unicen.edu.ar

Resumen

La comunicación efectiva es una de las competencias genéricas para las carreras de ingeniería. La misma refiere a la capacidad de seleccionar estrategias comunicativas en función de los objetivos e interlocutores, acordando significados propios del contexto. En función de ello, la revisión y adaptación de los planes de estudio de las carreras de la Facultad de Ingeniería de la UNICEN, ha motivado a docentes de las asignaturas de química a reflexionar y capacitarse sobre el abordaje de esta competencia en el proceso de enseñanza. El trabajo consta de cuatro etapas: relevamiento del desarrollo actual de la competencia en las asignaturas involucradas, capacitación docente, propuesta de mejora y definición de indicadores de evaluación. Del análisis se desprende que, en la actualidad, el formato de comunicación más trabajado en las aulas es el escrito, en el que el receptor del mensaje es mayormente el equipo docente. La mayoría de esos informes derivan de prácticas experimentales. A raíz de este análisis surge la propuesta de disminuir el formato escrito considerando una afiliación discursiva y la gradualidad del proceso de aprendizaje. Se espera con este abordaje una mayor integración y articulación de la competencia de comunicación en las asignaturas de Química.

Palabras clave: Comunicación efectiva; escritura y oralidad; comunicación en ciencias; ingeniería química; competencias.

Abstract

Effective communication is one of the generic competencies for engineering careers. It refers to the ability to select communication strategies based on the objectives and interlocutors, agreeing on meanings specific to the context. Based on this, the revision and adaptation of the study plans of the careers of the Faculty of Engineering at UNICEN has motivated teachers of chemistry subjects to reflect and train on the approach of this competence in the teaching process. The work consists of four stages: survey of the current development of competence in the subjects involved, teacher training, proposal for improvement and definition of indicators of evaluation. From the analysis it can be deduced that, at present, the most used communication format in the classrooms is the written, in which the recipient of the message is mostly the teaching team. Most of these reports derive from experimental practices. As a result of this analysis, the proposal arises to reduce the written format considering a discursive affiliation and the gradualness of the learning process. It is expected with this approach a greater integration and articulation of communication competence in Chemistry subjects.

Keywords: Effective communication; writing and orality; science communication; chemical engineering; skills.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los nuevos desafíos educativos, en todos los niveles, pero en particular en el nivel universitario, consiste en formar a los sujetos como usuarios inteligentes de la información que les permita distinguir lo relevante de lo superfluo y extraer sus propias conclusiones. Para lo cual se requiere el desarrollo de esquemas interpretativos, de herramientas intelectuales que permitan al estudiante contrastar y analizar críticamente la información, reconocer los códigos y lenguajes de los distintos saberes y aprender a utilizarlos para expresar sus propias ideas y argumentaciones (Area Moreira, 2007).

De esta manera, la formación académica de futuros profesionales universitarios debe propender a su formación integral, contemplando los aspectos científicos – tecnológicos disciplinares, complementada con el desarrollo

de competencias sociales, políticas y actitudinales, tal como lo establecen los lineamientos del CONFEDI (2006). El perfil proyectado del Ingeniero Químico está definido en los documentos base de la carrera en la Facultad de Ingeniería de la UNICEN (2004), enmarcándose en los lineamientos generales establecidos por los documentos del proceso de acreditación (Pérez Rasetti, 2002). Las asignaturas del plan de estudios son de régimen cuatrimestral, y en particular en la planificación de las materias de química, se establece un apropiado equilibrio entre las clases teóricas, de resolución de problemas y de experiencias de laboratorio. Sin embargo, la inclusión en el desarrollo de las asignaturas de las llamadas competencias blandas, ha sido históricamente un proceso individual y propio de cada materia, estableciendo cada equipo docente qué competencias y cómo incluirlas en el marco de la misma.

Se entiende por *competencia* a la *capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales* (CONFEDI, 2014). Todas las competencias son de gran importancia para la formación de profesionales en ingeniería, sin embargo, en el presente trabajo nos enfocaremos en la *competencia de comunicación efectiva*. Esta competencia requiere la articulación de diversas capacidades, entre las cuales se pueden detallar:

- Capacidad para seleccionar las estrategias de comunicación en función de los objetivos y de los interlocutores; y de acordar significados en el contexto de intercambio.
- Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas (...) (CONFEDI, 2014).

Sumado a ello, si se contempla que la comunicación efectiva se considera el puente entre el ámbito de la ciencia y la sociedad, y que en asignaturas donde se enseña química, el vocabulario es importante dado que es específico y cada estudiante debe ir construyéndolo para poder fundamentar las observaciones (Campos, 2022; Pardo, 2016), se propone adquirir la competencia a lo largo de los 5 años de la formación académica, a través de los diferentes aportes que realizan de manera planificada las asignaturas que conforman el plan de estudio. El objetivo es lograr que las y los estudiantes adquieran herramientas comunicativas, para lo cual es importante tener en cuenta los diversos tipos de *discursos* como los son el de *afiliación* y el *académico*. El discurso de afiliación integra el dominio de las formas del trabajo intelectual, de categorizaciones, de discursos y de prácticas propias del ámbito de la educación universitaria (Casco, 2010). La adquisición de este tipo de discursos, da lugar al abordaje del discurso académico, que contempla *la manera en cómo se produce y gestiona el conocimiento dentro de una comunidad de especialistas* (Hall y López, 2011).

Todas estas problemáticas son una preocupación de larga data en el ámbito de las asignaturas de química dentro del Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos. Sin embargo, no había sido realizado un trabajo conjunto de análisis de la situación actual, y mucho menos un cruce de información y articulación transversal y vertical.

Con el fin de enriquecer la práctica docente, integrantes del Departamento plantearon un ciclo de talleres con el objetivo de capacitarse, coordinar, debatir y acordar criterios comunes para las asignaturas de Química de la carrera de Ingeniería Química. En dichos encuentros, se planteó trabajar con un aspecto transversal a la carrera, la competencia de *Comunicación Efectiva*, abordando las siguientes cuestiones: ¿Cómo trabajamos la comunicación hacia el interior de cada asignatura? ¿Qué formatos de informes solicitamos a las y los estudiantes? ¿Cómo se comunican resultados de investigaciones científicas? ¿Qué formatos de comunicación deberían manejar las y los profesionales en cuestión? ¿Cuáles son los ejes comunes a las carreras, referidos a dicha competencia? Es así que el presente trabajo refleja lo abordado en dichos encuentros y las propuestas de mejora para trabajar con estudiantes la competencia en asignaturas de Química.

2. OBJETIVOS

Analizar el desarrollo de la competencia de *comunicación efectiva* en las asignaturas de Química de la carrera de Ingeniería Química (FIO-UNICEN) y presentar las propuestas de mejora curricular en función de un proceso de capacitación y reflexión docente.

3. METODOLOGÍA

Las asignaturas del área de Química de la carrera Ingeniería Química implicadas en este trabajo fueron: Introducción a la Química, Química Inorgánica, Química Orgánica, Termodinámica Química, Química Analítica y Físicoquímica. Las mismas se encuentran distribuidas entre 1er, 2do y 3er año del plan de estudio, esto puede observarse en la Tabla I, junto con la carga horaria correspondiente a cada una.

Tabla I: Distribución de las asignaturas en el plan de estudio y carga horaria correspondiente.

Asignatura	Distribución en el plan		Carga horaria (hs)
	Año	Cuatrimestre	
Introducción a la Química	1er	2do	120
Química Inorgánica	2do	1er	120
Química Orgánica	2do	2do	150
Termodinámica Química	2do	2do	120
Química Analítica	3ro	1er	150
Físicoquímica	3ro	2do	150

La modalidad seleccionada para trabajar fue la de tipo taller a través de la realización de 5 encuentros con el equipo docente (Profesores, JTP y Auxiliares). Los objetivos abordados en los mismos, fueron:

- Definir ejes transversales a las asignaturas, respecto a la competencia de comunicación efectiva. Coordinar entre asignaturas correlativas la profundización de dicha competencia en los ejes definidos.
- Establecer, hacia el interior de cada asignatura, estrategias de abordaje acorde al tratamiento de contenido y particularidades de cada una.
- Establecer indicadores para futuras evaluaciones internas.

Además, se convocó a una capacitación interna a cargo de un especialista, sobre los aspectos relevantes que hacen a una comunicación efectiva en el área de ingeniería, y un repaso sobre los diferentes formatos o tipos de comunicación considerando diversos interlocutores.

También, durante los encuentros, se realizó una encuesta a docentes con el objetivo de relevar información y, hacia el final de los talleres, proponer mejoras curriculares para fortalecer dicha competencia. Los puntos principales consultados fueron:

- Cantidad de actividades que involucren a la competencia de comunicación, solicitados a las y los estudiantes en cada asignatura.
- Tipos y formatos de informe trabajados en el aula.
- Receptor del informe (interlocutor).

La encuesta consultaba, por un lado, la situación actual de la asignatura en particular y; por otro lado, la propuesta planteada con la mejora de trabajo.

Una vez relevados los datos, se procedió al análisis definiendo diferentes categorías. Las mismas se presentan en la Tabla II.

Tabla II: Categorías de análisis.

Categoría	Clasificación	Ejemplos
(1) Formatos	Oral	Defensa oral grupal o individual de trabajos.
	Escrita	Informes escritos, monografías.
	Mixta	Presentaciones audiovisuales, exposiciones orales con soportes de láminas, PowerPoint, Prezi, etc.
(2) Interlocutor	Docentes	Actividades en las que el receptor del mensaje son docentes.
	Otros receptores	Juego de roles en los que el receptor del mensaje no son docentes.
(3) Tipo de informe	Informe de laboratorio tradicional	Formato tradicional estructurado (carátula, introducción, objetivos, resultados y discusión, conclusión, referencias bibliográficas).
	Informe de laboratorio no tradicional	Otros formatos como informes técnicos, posters de divulgación, artículos de difusión, ateneos, etc.
	Trabajo integrador	Monografías, defensas orales.

3. RESULTADOS

En primera instancia, se relevó en las asignaturas involucradas qué contenidos relacionados con la competencia de *Comunicación Efectiva* se trabajaban y de qué manera. Posteriormente a la capacitación y trabajo en conjunto, se diseñó un nuevo esquema para el desarrollo de dicha competencia.

Los lineamientos acordados entre el equipo docente para las mejoras son los siguientes:

- Disminuir la cantidad de informes escritos solicitados a las y los estudiantes con el fin de optimizar la calidad de dichas actividades.
- Considerar actividades en las que se propongan roles diferentes en el juego comunicacional tendiente a que las y los interlocutores/as de los mensajes sean variados.
- Integrar los *discursos de afiliación y académico* a lo largo de los cuatrimestres de formación promoviendo mayor interacción entre las asignaturas correlativas.
- Atender los aspectos particulares de las asignaturas de acuerdo a la tradición, los contenidos desarrollados y la carga horaria de las mismas.

De esta manera, cada asignatura definió un abordaje integral de la Competencia. A modo de ejemplo, la siguiente Tabla presenta el relevamiento actual y la propuesta de la Asignatura Química Orgánica.

Tabla III: Situación actual y propuesta de mejora respecto a las actividades en las que se desarrolla la competencia de *Comunicación efectiva*, en la asignatura de *Química Orgánica*.

Actualidad	Propuesta
10 Informes de laboratorio tradicional (escrito)	4 Informes de laboratorio tradicional (escrito)
2 Defensas de informes de laboratorio (oral)	4 Informes no tradicionales: diagramas de flujo, folleto, difusión pública y póster
1 Trabajo integrador (informe escrito y defensa oral)	1 Informe audiovisual de laboratorio (video corto)
1 Trabajo áulico (oral con soporte visual)	1 Trabajo integrador (informe escrito y defensa oral)
	1 Trabajo áulico (oral con soporte visual)

A continuación, se compara la situación actual con la propuesta realizada para las seis asignaturas implicadas.

De un primer relevamiento, se determinó que la gran mayoría de actividades que implicaban comunicar, estaban asociadas a prácticas experimentales como informes de laboratorios. Esto podría estar relacionado con la tradición experimental de dichas asignaturas en las que este tipo de informe es un instrumento de evaluación de algunas habilidades (Venegas, Ahumada y Sologuren, 2022). De acuerdo con Llorenz Molina (2015), éstos son fruto de la práctica experimental en los que tradicionalmente se les solicita a las y los estudiantes que reporten desde datos experimentales hasta reflexiones, logros y dificultades. Sin embargo, se desaprovecha el potencial de estos instrumentos para el desarrollo de la competencia comunicativa.

3.1 Categoría 1: *formatos de comunicación*

La Tabla IV muestra el total de actividades de comunicación de las asignaturas de química, en las que en la actualidad como en la propuesta, la escritura es el formato más trabajado en el aula. Esta particularidad es propia de las comunidades académicas, quienes transmiten, construyen y organizan el conocimiento disciplinar (Insua y Fadic, 2019).

Comparando ambas situaciones, se observa una disminución del 30% de actividades escritas y un leve aumento de las propuestas que impliquen comunicación oral y mixta. La propuesta contempla un 31% de actividades orales u otros formatos mixtos.

Tabla IV: Comparación del relevamiento de los tipos de comunicación utilizados en la actualidad y la propuesta.

Tipos de comunicación	Actualidad	Propuesta
Escrita	53 (83%)	37 (69%)
Oral	4 (6%)	6 (11%)
Mixta	7 (11%)	11 (20%)
TOTAL	64 (100%)	54 (100%)

Analizando el desarrollo de estos formatos durante los tres primeros años de formación académica (Figura 1), es evidente que, en la actualidad, la comunicación oral, no es un formato que presente continuidad a lo largo de los cuatrimestres. Este aspecto se revierte en la propuesta ya que se extiende desde segundo año en el resto de las asignaturas.

También se observa, que la propuesta contempla una mejor proporción de los tres tipos de formatos de comunicación hacia la mitad del tramo de formación analizado. La comunicación mixta, un formato más complejo que involucra la oralidad, escritura, gráficas, etc., se introduce también en este período.

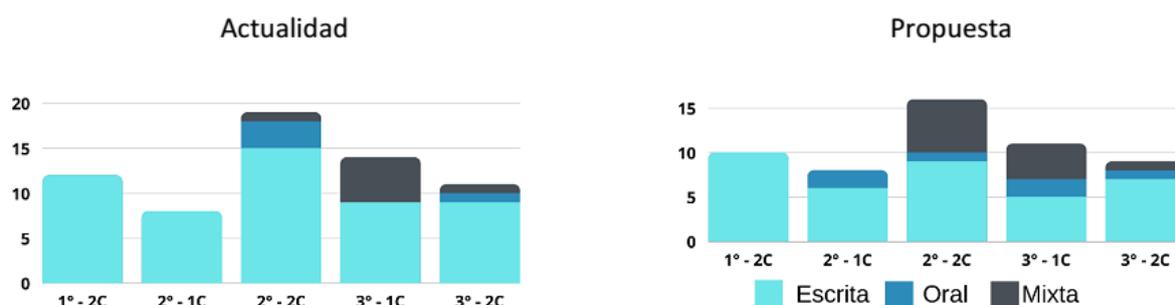


Figura 1: Comparación del desarrollo de la categoría 1.

3.2 Categoría 2: tipos de receptores.

Esta categoría reviste de importancia ya que pensar la comunicación como un juego de roles en los que las y los estudiantes puedan pensarse como futuros profesionales, resignifica las prácticas, propiciando espacios de aprendizajes relacionados con su futuro laboral.

En la actualidad, el 84% de las actividades censadas (Figura 2a), tienen a las y los docentes como receptores del mensaje. El porcentaje restante (16%) contempla situaciones en la que las y los aprendices toman roles de técnicos de laboratorio que informan resultados a empresas y elaboran guías procedimentales, profesionales que deben convencer a inversores, ingenieros que deben comunicar en ámbitos académicos o públicos, etc. Conscientes de las posibilidades educativas que implican estas últimas actividades y la posibilidad de fortalecer la competencia de comunicación, referida a la selección de estrategias de acuerdo a las y los interlocutores/as y las expectativas de logro; la propuesta aumenta al doble estas situaciones didácticas. Dichas actividades, se desarrollan con intensidad a partir de 2^{do} año, 2^{do} cuatrimestre, acorde al desarrollo de discursos académicos.

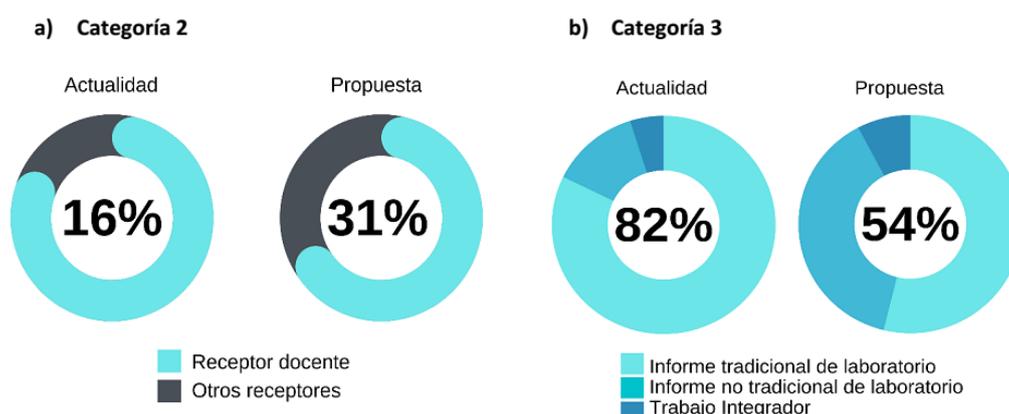


Figura 2: (a) Comparación de los tipos de receptores (interlocutores) de las actividades que implican a la competencia de comunicación efectiva. (b) Comparación de los tipos de informes.

3.3 Categoría 3: tipos de informes

Del primer relevamiento se estableció que casi la totalidad de actividades que involucran la producción de material comunicacional, está asociado a prácticas de laboratorio (Figura 2b). En esta categoría, se evalúa

cuántos de esos informes son estrictamente tradicionales y cuántos no. Además, se tiene en cuenta aquellos informes que son integradores de contenidos teóricos-prácticos.

Se observa que la necesidad de involucrar formatos orales y mixtos, así como también otros interlocutores; han llevado a disminuir el porcentaje de informes de laboratorio tradicional. En contraposición, aumentan los informes no tradicionales que incluyen informes técnicos, infografías, pósters, exposiciones orales con soporte, videos, etc.

Esta variedad de informes no tradicionales, aportan a la formación en cuanto entrenar a las y los estudiantes en diferentes estrategias comunicativas. En cuanto al desarrollo de estas habilidades a lo largo de la formación, la propuesta, contempla introducirlos paulatinamente en discursos de afiliación. En esta, los informes de laboratorio, tradicionales, propician un escenario en el que las y los aprendices deben leer y producir textos académicos. En otras palabras, son situaciones que propician la alfabetización académica (Tapia-Ladino y Burdiles Fernández, 2009).

3.4. Indicadores de evaluación

Una vez analizados los resultados obtenidos, se procedió a definir los indicadores de evaluación que permitirán realizar un diagnóstico de las mejoras propuestas a lo largo del tiempo.

Se definió como uno de estos indicadores el *tiempo extrañulico que las y los estudiantes demoran en preparar las entregas* de los informes solicitados. Otros indicadores definidos son la *cantidad de formatos* (categoría 1); *cantidad de interlocutores* (categoría 2) y *cantidad de los diferentes tipos de informes* (categoría 3). La propuesta consiste en relevar cuatrimestralmente estos indicadores para cada actividad, como indica la siguiente Tabla modelo.

Tabla V: Instrumento para el relevamiento de los indicadores de seguimiento.

Asignatura:	
Nombre de la actividad	
Formato (Escrito, Oral, Mixto)	
Interlocutor (Docentes, Otros receptores)	
Tipo de informe (Tradicional, No tradicional, Trabajos integradores)	
Tiempo empleado para realizar la actividad	

Mediante la evaluación de estos indicadores se establecerá cuáles de las actividades comunicativas requieren elaboraciones más complejas. Esto posibilitará a las y los docentes, reformular sus estrategias didácticas para favorecer el proceso de aprendizaje de dicha competencia.

4. CONCLUSIÓN

Más del 90% de las actividades que involucran el uso de habilidades comunicacionales en los tres primeros años de la carrera de Ingeniería Química están asociados a informes de laboratorio. En la actualidad, estos informes son mayoritariamente en formato escrito y colocan al docente como receptor del mensaje. La propuesta realizada, luego de someter a autoanálisis y discusión las prácticas docentes del equipo, reflejan una reducción general en la cantidad de informes solicitados a las y los estudiantes, con un reemplazo del 30% del formato informe escrito por informes orales y mixtos. También se evidencia la duplicación de informes dirigidos a receptores diferentes a las y los docentes de las asignaturas, sobre todo a partir de 2do año 2do cuatrimestre, cuando el estudiantado ya se ha afianzado parcialmente al discurso académico.

Como perspectivas futuras, se considera que este trabajo sienta las bases para ampliar y hacer extensivo este tipo de análisis a otras competencias, considerando que se deberán tener en cuenta a la hora de realizar las modificaciones que den lugar a los nuevos planes de estudio. Además, establece nuevos interrogantes que en la actualidad se está trabajando en modalidad taller con el equipo docente, referido a la evaluación formativa de competencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Area Moreira, M. (2007). *Adquisición de competencias en información. Una materia necesaria en la formación universitaria*. Red de bibliotecas REBIUN. <https://repositoriorebiun.org/bitstream/handle/20.500.11967/332/Habilidades%20II%20PE.pdf?sequence=1>
- Campos, A. (2022). Comunicación efectiva de la ciencia: ¿qué es y cómo ayuda a los científicos a mejorar su carrera y cumplir objetivos de impacto social? Revisión de la literatura. *Hipertext.net*, (24), 23-39. <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2022.i24.03>
- Casco, M. (2010). *Ocurrencias discursivas del sistema comunicativo universitario en dos áreas de la formación superior*. Trabajo final, Master Oficial de Investigación en Didáctica de la Lengua y la Literatura.
- CONFEDI (2014). *Competencias en Ingeniería. Declaración de Valparaíso*. Ed. Fasta. Disponible en https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-CompetenciasdelCONFEDI.pdf
- CONFEDI (2006). *Competencias genéricas. Desarrollo de competencias en la enseñanza de la ingeniería argentina*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.
- Facultad de Ingeniería UNICEN (2004). *Plan de estudio de la Carrera Ingeniería Química*. FIO-UNICEN.
- Hall, B., López, M. I. (2011). Discurso académico: manuales universitarios y prácticas pedagógicas. *Literatura y lingüística*, (23), 167-192. <https://www.redalyc.org/pdf/352/35219952010.pdf>
- Insua, E.S., Fadic, M.N.C. (2019). La construcción del Ethos en informes de laboratorio producidos por estudiantes universitarios: contrastes en el discurso académico en español. *Letras de Hoje*, 54(3), 369-384. https://www.researchgate.net/publication/338443131_La_construccion_del_Ethos_en_informes_de_laboratorio_producidos_por_estudiantes_universitarios_contrastes_en_el_discurso_academico_en_espanol
- Llorens Molina, J.A. (2015). Los informes de laboratorio. Su contribución al desarrollo y evaluación de las competencias transversales. In *In-Red 2015 – Congreso Nacional de Innovación Educativa y de Docencia en Red*. Universitat Politècnica de València.
- Pardo, J.Q. (2016). ¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua? *Educación química*, 27(2), 105-114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.10.002>
- Pérez Rasetti, C. (2002). *Propuesta metodológica para la acreditación de Carreras de Ingeniería*. CONEAU.
- Tapia-Ladino, M.; Burdiles Fernández, G. (2009). Una caracterización del género informe escrito. *Letras*, 51(78), 017-049. <http://ve.scielo.org/pdf/l/v51n78/art01.pdf>
- Venegas, R., Ahumada, J., Sologuren, E. (2022). *Tipos y formas de retroalimentación en informes de laboratorio en ingeniería eléctrica: aproximación a la producción de un género de formación*. Recuperado de: <https://repositorio.udd.cl/handle/11447/5671>

LAS ARTES VISUALES COMO RECURSO PARA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS DE QUÍMICA: COMBUSTIÓN Y ESTADOS DE OXIDACIÓN

Miguel A. Martínez¹, Carla V. Janyistabro^{1,2} y Dina J. Carp^{1,2}

¹Universidad Nacional de Río Negro, Lic. en Criminología y Ciencias Forenses, Cipolletti, Río Negro, Argentina

²Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ingeniería, Neuquén, Neuquén, Argentina

goumar61@gmail.com

Resumen

En este trabajo se explora las posibilidades que pueden brindar las artes plásticas para mejorar el aprendizaje de los contenidos disciplinares combustión y estado de oxidación, utilizando imágenes pictóricas, mediante analogías y metáforas. El uso de la analogía permite introducir conceptos nuevos a partir de otros que resultan más familiares al estudiante. Las metáforas son usadas en la ciencia para abordar cuestiones que se resisten a una interpretación meramente intuitiva, por un mecanismo de transferencia de un término literal a otro figurado, poniendo de manifiesto la capacidad de la mente humana de poder ver una cosa en otra, por relaciones de semejanza. Se hace una propuesta didáctica que consiste en recurrir a un cuadro de Benito Quinquela Martín, para que de un modo metafórico los alumnos establezcan conexiones con el tema de la combustión. Para el tema de estado de oxidación se presentaron diferentes cuadros del artista abstracto Josef Albers, con la construcción de la analogía: "Un color puede ser percibido de distinta forma según su entorno; un átomo de un elemento puede presentar distintos estados de oxidación según su entorno". Las propuestas tuvieron una aceptación muy positiva en los estudiantes, quienes destacaron la posibilidad de realizar la observación del suceso desde otra perspectiva y asociarlos a la química, generando interés, posibilitando abrir la mirada y ayudando a entender muchos conceptos.

Palabras clave: artes plásticas; analogía; metáfora; combustión; estados de oxidación

Abstract

This paper explores the possibilities that plastic arts can offer to improve learning of the disciplinary contents combustion and oxidation state, using pictorial images, through analogies and metaphors. The use of analogy allows introducing new concepts from others that are more familiar to the student. Metaphors are used in science to address issues that resist answering a merely intuitive interpretation, by a transfer mechanism from one literal term to another figuratively, revealing the ability of the human mind to be able to see one thing in another, by relationships of resemblance. A didactic proposal is made that consists of resorting to a painting by Benito Quinquela Martín, so that in a metaphorical way the students establish connections with the subject of combustion. For him theme of oxidation state, different paintings by the abstract artist Josef Albers were presented, with the Construction of the analogy: "A color can be perceived differently depending on its environment; an atom of a Element can have different oxidation states depending on its environment. The proposals had a very positive acceptance in the students, who highlighted the possibility of observing the event from another perspective and associate them with chemistry, generating interest, making it possible to open the gaze and helping to understand many concepts.

Keywords: plastic arts; analogy; metaphor; combustion; oxidation states

1. INTRODUCCIÓN

Las clases virtuales durante la Pandemia de Covid-19 se convirtieron en un canal fundamental de comunicación con los estudiantes. Considerando la importancia de establecer algún tipo de vínculo afectivo-emocional para lograr que el proceso de enseñanza-aprendizaje fuera significativo, se consideró la posibilidad de recurrir a una

temática artística que permitiera forjar una conexión con los estudiantes. Se analizó recurrir a imágenes pictóricas que se relacionaran con ciertos contenidos de química.

El ser humano construye mundos bajo distintas modalidades, mientras que la obra artística mantiene universalidad por la sensibilidad al contexto, la obra científica lo hace por su independencia del contexto. No es que una forma sea subjetiva y la otra objetiva, construyen mundos de un modo diferente y amplían la comprensión del universo. Pekrun y colaboradores (2007) señalan que propiciar una intensa actividad cognitiva mediante el establecimiento de relaciones entre diferentes temas o problemas, disciplinas o teorías, es de suma importancia para la activación de estados emocionales positivos. A su vez, esos estados emocionales positivos facilitan maneras creativas y flexibles de resolver problemas.

Existen varias perspectivas desde las cuales las imágenes pictóricas pueden tener relevancia como soporte didáctico en la enseñanza de la química: como base para establecer analogías, como forma metafórica para ayudar a aprender un concepto o a través de fomentar emociones que estimulen otras áreas cerebrales. Las analogías, comparaciones entre dominios de conocimiento que mantienen una relación de semejanza entre sí, constituyen un importante recurso en la enseñanza de las ciencias (Coll, 2015). El pensamiento analógico es una práctica metacognitiva que puede promover el aprendizaje conceptual flexible (Richland y Simms, 2015). El uso de analogías puede tender un puente que permita allanar las distancias que existen entre el modelo del sentido común y el modelo científico y a su vez capacita en las tareas de modelización. El aprendizaje por analogías es un proceso de modelización en el que se compara el modelo acerca del dominio análogo con el modelo incipiente que el alumno tiene sobre el objetivo. Se trata del modelo subyacente a la analogía, que marca la estructura común entre los dominios que se comparan. Resulta importante el contexto desde el que se infieren las metas de la transferencia analógica y es a través de la guía del docente que se dirige la atención hacia las partes del análogo sobre las que el estudiante debe fijar su atención en el momento de extrapolar. En la metáfora hay un mecanismo de transferencia de un término literal a otro figurado, es una forma de captar directamente situaciones de difícil aprehensión a través de otro modo. La metáfora pone de manifiesto la capacidad de la mente humana de poder ver en una cosa en otra, por relaciones de semejanza. Ha sido utilizada en la ciencia para abordar cuestiones que se resisten a una interpretación meramente intuitiva. Si bien el Arte en general se basa en la ambigüedad y eso sería contraproducente en el momento de recurrir al mismo para sustentar una analogía en el ámbito educativo, debido a la apertura que esa ambigüedad despierta hacia múltiples significaciones e interpretaciones, también es cierto que, en el caso de una imagen pictórica concreta, es posible hacer un recorte, mediante la guía del profesor, hacia el aspecto específico que se busca comparar. Puede ocurrir que la imagen pictórica utilizada como análogo, no sea familiar al alumno. Sin embargo, eso no quiere decir que no cumpla con la exigencia de ser accesible, puesto que en el mismo momento que tiene acceso visual a la misma, junto a las indicaciones del docente que la presenta, el análogo-base se hace lo suficientemente patente.

Una imagen de arte pictórica siempre es portadora de significado y eso en cierta medida es lo que hace que sea "atractiva" para el alumno, más allá que le guste o no. Puede ser un punto de partida válido para que se estructure todo un aprendizaje significativo, premisa del constructivismo.

Además, mejorar tangencialmente el caudal de conocimientos del alumno a través del arte puede mejorar la autoestima del alumno, que mediante ese conocimiento que hace propio puede lograr un mayor nivel de seguridad y un soporte afectivo y motivacional para el aprendizaje. Conectar el mundo del arte con el de abstracciones científicas podría ser una forma de empoderamiento para el estudiante, que lo desplace imaginariamente de las circunstancias limitantes de la cotidianeidad.

En el estudio de la química es importante la comprensión de conceptos abstractos, de modelos, sus relaciones y su aplicación en procesos. La utilización de diferentes tipos de representación del conocimiento tiende a favorecer la visualización de conceptos abstractos, las cuales pueden ser utilizadas de diversas formas en la clase y con variados niveles de efectividad en el aprendizaje (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001).

2. OBJETIVOS

El objetivo del trabajo fue explorar las posibilidades que pueden brindar las artes plásticas para mejorar el

aprendizaje de los contenidos disciplinares de combustión y estados de oxidación, desarrollando una serie de actividades utilizando imágenes pictóricas, que a través de analogías o en forma metafórica, mejoren el abordaje de los temas.

3. METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en el contexto de la enseñanza universitaria con estudiantes de la Licenciatura en Criminología y Ciencias Forenses (asignatura Química II) de la Universidad Nacional de Río Negro. Se diseñaron actividades estableciendo vínculos entre las artes plásticas y la química, orientadas a promover un papel activo del alumno como constructor (y reconstructor) de su propio conocimiento. Para evaluar el impacto de las propuestas diseñadas se utilizaron instrumentos que proveen las plataformas de las aulas virtuales (Penttic en este caso), como encuestas que poseen la ventaja de ser anónimas y logran que el alumno responda en forma espontánea y sin presiones. Permiten además obtener una clasificación y una cuantificación de las respuestas que sean por opción. Se realizaron también entrevistas de opinión a los estudiantes. El efecto de enfrentar a los estudiantes con imágenes de obras de arte resulta complejo de evaluar y las típicas herramientas cuantitativas se muestran reduccionistas y carentes de valor. No se pretendió establecer en esta instancia una evaluación acerca de si los alumnos adquirirían una mejor *performance*, debido al uso de imágenes pictóricas en forma de analogías o de metáforas. Lo que sí se evaluó a través de las encuestas y cuestionarios, es si los alumnos aceptaban como pertinente la forma de trabajar, si les resultaban significativas en su proceso de aprendizaje y si las interpretaciones analógicas y metafóricas se correspondían con aquellas que los docentes se habían planteado.

4. RESULTADOS

Se presenta una analogía que busca reforzar el concepto de Estado de Oxidación. Análogo base: Percepción del color según el entorno. Construcción de la analogía: “Un color puede ser percibido de distinta forma según que otros colores estén rodeados; un átomo de un elemento puede presentar distintos estados de oxidación según a qué otros átomos estén enlazados.”

Se presentan diferentes cuadros del artista abstracto Josef Albers (Figura 1). Este pintor se hizo famoso por realizar una gran cantidad de series de pinturas con cuadrados superpuestos, donde se combinan diferentes colores. Fue un estudioso del color y de la interacción de los colores, llegándolo a plasmar en distintos libros que ha escrito sobre esos temas.

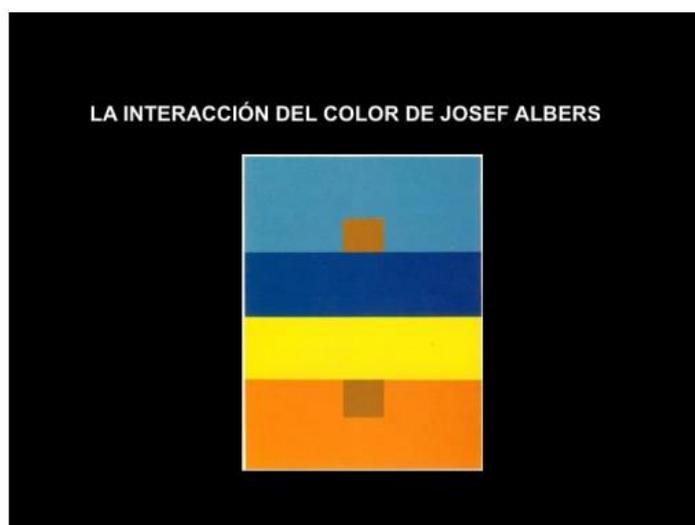


FIGURA 1. Ejemplo de un cuadro de Josef Albers con el cual se trabajó en clase.

Se hizo notar a los alumnos como en las obras de Albers aparecen cuadrados de color idéntico que se perciben diferente porque varía el entorno cromático. Para acentuar esa afirmación se mostró una serie donde un mismo cuadrado de color azul, está sobre fondos grises de diferente valor. Se hizo lo mismo con un cuadrado rojo con tres fondos grises de valor descendiente, con tres fondos de su complementario verde también en valores descendientes y con tres fondos de diferente color. También, se mostró el cuadrado rojo con un fondo del mismo color. Lo que se pretende es que los alumnos se familiaricen con la idea de que la percepción de un color está influida por el entorno, para que de esa forma volver a abordar lo planteado por la analogía: Que el comportamiento de un átomo de determinado elemento, estará influenciado por el enlace que establezca con átomos de otros elementos. Se puede observar además que la analogía no pierde validez en el caso de compararse un color con el mismo color, ya que no hay cambio en la percepción del color y análogamente cuando se unen átomos del mismo elemento, el estado de oxidación es nulo.

En palabras de un estudiante: “Personalmente, me ayudó a notar cómo un átomo se comporta de diferente forma dependiendo de su entorno, de con quién esté enlazado, es decir, que el estado de oxidación influye en el comportamiento del átomo, así como en el cuadro de Albers se nota la interacción de un mismo color con otros distintos (que están a su lado), dando como resultado diferentes impresiones, haciendo que lo percibamos de otra manera. Esto mismo sucede, por ejemplo, con el carbono y sus distintos comportamientos si está en el metano (Estado de oxidación del C: -4), metanol (-2), formaldehído (0), dióxido de carbono (+4), etc., ya que varía su estado de oxidación según cómo se distribuyen los electrones en cada enlace: con otro C se comparten equitativamente por ser el mismo elemento con misma electronegatividad, con el H se le es asignado un electrón, y con el O, N u halógenos, por la diferencia de electronegatividad, atraen para sí los electrones de la unión, dejando al carbono más lejos de los electrones. Cuando a causa de la combustión el C varía su estado de oxidación, se genera energía. El tema del color en compañía de diversos entornos es un tema que me llama mucho la atención dado que, además de estudiar esta licenciatura, soy maquilladora y la colorimetría es un tema que tengo muy presente; por eso mismo la analogía con el cuadro me fue de mucha utilidad y claridad para entender el concepto químico”.

El proceso que hace el alumno de transferencia es el verdadero sentido de la analogía. Es un proceso interno del sujeto, no sólo un estímulo, no es inmediato, sino que se hace mediante aproximaciones sucesivas. La comprensión de la analogía y el objetivo ocurre simultáneamente. Es un proceso bidireccional que exige la construcción de un modelo interactivo que va más allá de una mera asociación de atributos entre el objetivo y el análogo. Como lo indican Galagovsky y Aduriz Bravo, se trata de una construcción personal del alumno diferente al estímulo externo que hace el profesor en una transposición didáctica de los modelos científicos (Galagovsky y Aduriz-Bravo, 2001).

La metáfora es una forma de captar directamente situaciones de difícil aprehensión a través de otro modo. La metáfora pone de manifiesto la capacidad de la mente humana de poder ver una cosa en otra, por relaciones de semejanza. Ha sido utilizada en la ciencia para abordar cuestiones que se resisten a una interpretación meramente intuitiva. Entendiendo que la palabra no es el único medio de transmisión del pensamiento y que el pensamiento científico se desarrolla sobre la base de la combinación de palabras y de formas, se hace una propuesta didáctica que consiste en recurrir a imágenes pictóricas, para que de un modo metafórico los alumnos establezcan conexiones con temas de la Química.

En este caso el tema donde se presenta la actividad es el de Reacción de Combustión. La actividad comienza mencionando incendios que ocurren en la actualidad. El año pasado fueron los incendios del Bolsón, este año fueron los incendios en el Delta. La actividad continúa mostrando un cuadro de Benito Quinquela Martín (Figura 2).

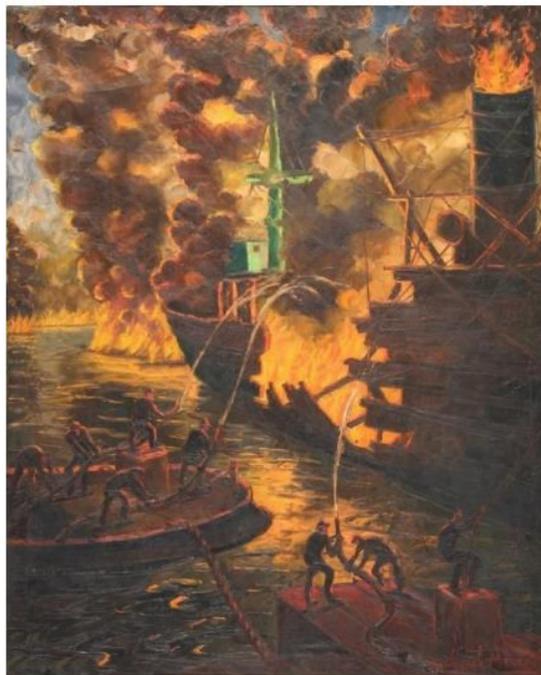


FIGURA 2. *Incendio del petrolero San Blas de Benito Quinquela Martín.*

Hemraj-Benny y Beckford, en un trabajo donde utilizan temas relacionados con el arte para la enseñanza de química, sostienen que una forma de involucrar a los alumnos en la ciencia es a través de temas interdisciplinarios y sugieren que el uso de conceptos de arte simples puede ayudar a los estudiantes de especializaciones no científicas a apreciar mejor los hechos científicos (Hemraj-Benny y Beckford, 2014). Fernández Manzano y Fernández Barbosa (2020) proponen a partir de hechos históricos, análisis de cuadros (Velázquez, Rafael Sanzio), temas musicales (Manuel de Falla) abordar el estudio del tema de la fragua, incluyendo análisis químicos, materiales y su obtención, procedencia del hierro, extracción y purificación de minerales.

Durante la contemplación de la obra: “El incendio del petrolero San Blas” (1944) (Figura 2); se formulan preguntas: ¿Podrías describir lo que está sucediendo en la escena del cuadro?; ¿Por qué crees que aparece el fuego?; ¿Consideras que la reacción se puede detener espontáneamente? Se introduce una instancia de reflexión acerca de si el título aclara, corrobora o contradice lo que los alumnos habían contestado en las preguntas anteriores. Si bien se esperaba que los alumnos hicieran comentarios sobre la presencia de compuestos orgánicos, en especial de alcanos, que mencionaran la reacción de combustión y su carácter exotérmico, nada de ello ocurrió. Tampoco se mencionó el derrame de petróleo, siendo la cuestión ecológica una temática tan vigente. Ante la pasividad de los alumnos para responder se hace un intento por recuperar algunos contenidos abordados en la materia correlativa anterior de química. Algunos alumnos mencionan que se trata de una reacción. Se busca mediante preguntas inducidas, que caractericen los reactivos y los productos de dicha reacción. Finalmente se logra acordar que existen sustancias orgánicas que reaccionan con el Oxígeno para formar Dióxido de Carbono y Agua.

Posteriormente, luego de algunas clases, se realizó una encuesta en el aula virtual de la plataforma Pemic. Si vuelves a mirar al “Incendio del petrolero San Blas” luego de haber tenido las primeras clases sobre alcanos, ¿crees que puedes hacer más comentarios sobre el mismo? Danos una breve respuesta.

Hay algunas respuestas positivas sin brindar detalles o haciendo una alusión obvia a la combustión. Aparecen un par de respuestas negativas, una de ella menciona la dificultad de obtener información a través de una imagen. Hay una serie de respuestas que revelan una comprensión del tema: “La energía confinada dentro del enlace carbono-carbono y el enlace carbono-hidrógeno es bastante alta y su rápida oxidación produce una gran

cantidad de calor, generalmente en forma de fuego” ; “Los alcanos son altamente inflamables pero a medida que su cadena carbonada aumenta va disminuyendo este riesgo” ; “Los alcanos son altamente inflamables es lo que puedo decir que la pintura "incendio del petróleo San Blas" como lo dice el titulo se ha prendido fuego el petróleo que es un alcano” ; “Combustión, la misma resulta de la interacción de un combustible, madera compuesta por carbonos entre otros, lo que la hace combustible, tenemos oxígeno en el ambiente y temperaturas altas que hace posible la reacción. Se producen CO₂ y agua, se libera energía. “

Posteriores reflexiones de los estudiantes, resaltan otros aspectos: “Me ayudo a comprender que un incendio es mucho más que el fuego, que en realidad es solo la energía que se libera en una reacción. Es una obra que hace referencia al proceso de la combustión. Se puede observar que el barco estaba compuesto por madera, que, al elevar su temperatura, comienza a perder su contenido original. Esto provoca que se genere una combustión ya que el oxígeno del aire oxida el elemento provocando que se genere fuego que incluye el desprendimiento de energía”; “De forma visual pude entender la combustión en el estado gaseoso ya que genera luz y calor en la mayoría de los casos, y se produce de manera considerablemente rápida. La entendí como un proceso de oxidación rápido de ciertos elementos combustibles, o sea, constituidos principalmente por hidrógeno, carbono y a veces azufre. Además, necesariamente tiene lugar en presencia de oxígeno”.

Otros comentarios de los estudiantes sobre estas actividades: “Puedo decir que el uso visual de las obras fue de gran utilidad para entender los diferentes temas que trabajamos durante la cursada. Esta bueno salir de la teoría de libros, a veces resulta más fácil entender visualizando los conceptos en cosas que están presentes en la cotidianidad”, “El uso de los cuadros en las clases teóricas tuvo a mi parecer un tinte refrescante e interesante, no se mucho sobre arte, y ver la química desde esta perspectiva fue muy entretenido, sobre todo por el marco cultural propio de cada obra”.

5. CONCLUSIONES

La experiencia tuvo una aceptación muy positiva en los estudiantes, quienes destacaron la posibilidad de realizar la observación del suceso desde otra perspectiva y de poder relacionar un tema que no comprendían con una obra artística. Realizar nuevas asociaciones con la química, generó interés, posibilitando abrir la mirada y ayudando a entender muchos conceptos.

Al introducir en clase una temática artística durante un breve lapso, se estableció un vínculo entre estudiantes y profesores diferente al de la clase tradicional. La contemplación de una obra de arte “democratizó” las posiciones relativas entre estudiante-profesor, disminuyendo la brecha entre ambos y permitiendo una comunicación más fluida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coll, R. (2015). Analogies in Science. En R. Gunstone, *Encyclopedia of Science Education* (págs. 41-42). Dordrecht: Dordrecht Springer.
- Fernández Manzano, R., & Fernández Barbosa, E. L. (2020). La Fragua. Ejemplo transversal de química, música y artes plásticas. *Educación química*, 31(4), 2. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.4.75423>
- Galagovsky, L., & Adúriz Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), Barcelona, 231-242.
- Hemraj-Benny, t., & Beckford, I. (2014). Cooperative and Inquiry-Based Learning Utilizing Art-Related Topics. *Journal of Chemical Education* 91(10), 1618-1622. DOI: [10.1021/ed400533r](https://doi.org/10.1021/ed400533r)
- Pekrun, R., Frenzel, A., Goetz, T., & Perry, R. (2007). *The control-value theory of achievement emotions: an integrative approach to emotions in education*. California: California Academic Press.
- Richland, L., & Simms, N. (2015). Analogy, higher order thinking, and education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*. 6(2), 177-192.

CONOCIENDO LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS A TRAVÉS DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SIMPLES

Ludmila Elisabet Vallejos¹ *, Silvina Reyes², Ana Blanca Ocampo², Silvina Rebechi¹, Irma Verónica Wolf¹ **

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina

²Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina

* ludmila_vallejos@outlook.com, ** vwolf@fiq.unl.edu.ar

Resumen

La temática de la composición química de los alimentos reviste particular importancia para la Educación Alimentaria y Nutricional (EAN). Conocer la composición de los alimentos naturales y procesados e identificar sus nutrientes y componentes nos permite seleccionar los alimentos más adecuados para satisfacer los diferentes requerimientos nutricionales. Trabajar estos contenidos, representa un verdadero desafío en el ámbito escolar. En el presente trabajo, rescatamos la relevancia de las Actividades Experimentales Simples (AES) como propuesta de abordaje en las escuelas para facilitar el proceso de enseñanza y de aprendizaje de contenidos relacionados con la temática. A tal efecto, presentamos una serie de actividades que se desarrollaron en el taller "La química de los alimentos: conocer la composición para hacer elecciones saludables", perteneciente al ciclo de talleres "El fascinante mundo de los alimentos: una mirada holística e interdisciplinaria. Problemáticas, desafíos, debates y propuestas didácticas para trabajar en las aulas"; enmarcado en el ciclo "Experimentar conCiencia" organizado por la Secretaría de Extensión y Cultura Científica de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL). El ciclo de talleres sobre alimentos estuvo destinado a docentes de nivel primario y secundario y se realizó durante noviembre 2021 y julio 2022.

Palabras clave: educación alimentaria y nutricional; actividades experimentales simples; composición química de los alimentos; química en contexto; nivel educativo primario y secundario.

Abstract

The theme of the chemical composition of food is of particular importance for Food and Nutrition Education (FNE). Knowing the composition of natural and processed foods and identifying their nutrients and components allows us to select the most appropriate foods to satisfy the different nutritional requirements. Working on these contents represents a real challenge in the school environment. In the present work, we rescue the relevance of Simple Experimental Activities (SEA) as an approach proposal in schools to facilitate the teaching and learning process of content related to the subject. To this end, we present a series of activities that were developed in the workshop "The chemistry of food: knowing the composition to make healthy choices", belonging to the series of workshops "The fascinating world of food: a holistic and interdisciplinary look. Problems, challenges, debates and didactic proposals to work in the classroom"; framed in the cycle "Experiment with Science" organized by the Secretariat of Extension and Scientific Culture of the Faculty of Chemical Engineering of the National University of the Coast (FIQ-UNL). The cycle of workshops on food was intended for teachers at the primary and secondary level and was held during November 2021 and July 2022.

Keywords: food and nutrition education; simple experimental activities; chemical composition of food; chemistry in context; primary and secondary educational level.

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación humana enlaza lo biológico, lo simbólico y lo cultural de una manera tan indisoluble que difícilmente puede escindirse. Se trata de un proceso voluntario y consciente. El mismo revela la condición humana, ya que el hombre es el único ser vivo que cocina para comer y al hacerlo selecciona, ordena, procesa,

y en esas acciones impregna de sentidos a los nutrientes que su naturaleza omnívora le permite metabolizar (Aguirre, 2010).

A través de ella se produce cultura, es importante para la supervivencia, pero también para el encuentro con otro, para el cuidado de la salud, para el desarrollo de la vida misma. Justamente, por tratarse de un hecho cotidiano y familiar, a la vez que sumamente amplio y complejo, se ha planteado que la educación alimentaria debe abordarse en la escuela desde una mirada interdisciplinaria.

Uno de los aspectos básicos de la alimentación es conocer los alimentos y su composición porque a partir de ellos se preparan las diferentes comidas que forman parte de nuestra dieta y de nuestra vida.

Básicamente, los alimentos contienen los nutrientes que el organismo humano requiere para desarrollar las funciones biológicas necesarias para el mantenimiento de la vida. Además de los nutrientes mayoritarios (agua, carbohidratos, proteínas y lípidos) y minoritarios (vitaminas, minerales, etc.) (Badui Dergal, 2012), los alimentos también pueden contener una diversidad de componentes bioactivos de enorme importancia para la salud (carotenoides, flavonoides, etc.); y en el caso de los alimentos procesados, sustancias que se adicionan como aditivos alimentarios. Los alimentos pueden visualizarse como mezclas muy complejas de compuestos químicos y debido a su variada composición pueden clasificarse desde muy distintos puntos de vista.

A partir de esto, es clara la importancia de ahondar en la química de los alimentos y en su enseñanza en las escuelas. La química de los alimentos aborda cuestiones relativas a qué son los alimentos, cómo están formados, cómo interactúan sus diferentes componentes, entre otras. Contar con esta información nos permite como consumidores realizar elecciones saludables y construir hábitos de alimentación saludables.

En este trabajo se proponen una serie de *actividades experimentales simples* (AES) para llevar a cabo en escuelas de educación de nivel primario y/o nivel secundario. Las AES son actividades, acciones o situaciones donde el resultado, si bien es desconocido (y hasta sorprendente para los estudiantes) está predeterminado por una teoría consensuada científicamente, planificado didácticamente y cuyo objetivo primordial es que los estudiantes aprendan algún contenido (seleccionado intencionalmente) de química (algún concepto, técnica, destreza, o actitud o varios de ellos), y con la particularidad, que además, pueden ser implementadas en aulas convencionales u otro tipo de espacios, es decir, no es necesario un laboratorio. (Reverdito y Lorenzo, 2007).

El desarrollo de actividades experimentales en las escuelas puede generar diversos inconvenientes para el docente, ya sea por falta de materiales, de un espacio físico donde llevarlas a cabo, o bien, por desconocimiento de los propios docentes en la utilización de los materiales y espacios, etc. Teniendo en cuenta lo anterior, las AES poseen la ventaja de utilizar recursos accesibles para los docentes y las instituciones, de baja complejidad para implementarlos, seguros para los alumnos y no necesitan de un laboratorio.

Esta propuesta puede ser abordada en el nivel de educación primario para alumnos del Segundo Ciclo dentro del área de Ciencias Naturales. Por su parte, en el nivel de educación secundario puede ser implementado en la materia de Química. Sin embargo, mencionar que estas son sugerencias y las actividades pueden ser adaptadas a alumnos de otros años y escuelas con diferentes orientaciones.

2. OBJETIVOS

A través de la realización de las AES propuestas se busca que los alumnos alcancen los siguientes objetivos:

- Reconocer los macronutrientes y micronutrientes presentes en distintos alimentos.
- Identificar las principales fuentes de cada nutriente.
- Promover el desarrollo de habilidades y actitudes científicas.

3. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Las siguientes actividades forman parte de una propuesta que se presentó en el taller “La química de los alimentos: conocer la composición para hacer elecciones saludables”, perteneciente al ciclo de talleres “El fascinante mundo de los alimentos: una mirada holística e interdisciplinaria. Problemáticas, desafíos, debates y propuestas didácticas para trabajar en las aulas”; enmarcado en el ciclo “Experimentar con Ciencia” organizado por la Secretaría de Extensión y Cultura Científica de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional

del Litoral (FIQ-UNL). El ciclo de talleres sobre alimentos (un total de nueve), recientemente finalizado, pretendió acercar la compleja temática de los alimentos al entorno escolar, ser un espacio de encuentro de los docentes, de intercambio de opiniones y de experiencias, un ámbito de debate, y aportar propuestas y/o soluciones a las problemáticas planteadas.

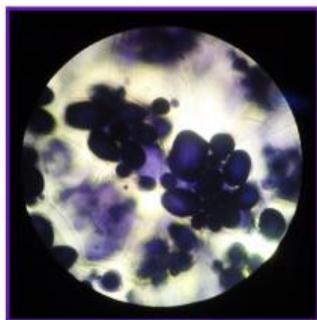
3.1. Observación de gránulos de almidón al microscopio

El almidón es el segundo polímero más abundante de la naturaleza. Es un polímero de reserva energética en las células vegetales y se encuentra en forma de gránulos. El almidón está constituido por dos cadenas poliméricas de glucosa: la amilosa y la amilopectina.

Los gránulos de almidón presentan importancia sistemática, ya que cada especie almacena almidón en gránulos de diferentes tamaños y morfologías. En base a esto se puede identificar a qué alimento pertenece el gránulo con la simple observación microscópica de su tamaño y forma.

En la actividad se toman pequeñas muestras de diferentes alimentos, se realiza una tinción (opcional) de los gránulos de almidón con el reactivo de Lugol y se los observa al microscopio (Rembado y Sceni, 2009). En la FIGURA 1 se muestran gránulos de almidón de diferentes especies vegetales observados al microscopio óptico.

Muestra: *Solanum tuberosum* (papa)



AT = 100 x

Muestra: *Musa acuminata* (banana)



AT = 400 x

FIGURA 1. Foto de los gránulos de almidón al microscopio de una muestra de papa y banana.

3.2. Determinación cualitativa de almidón

Esta actividad permite determinar la ausencia o presencia de almidón en diferentes muestras de alimentos (Pirovani y Reyes, 2015). El principal objetivo puede ser identificar los alimentos fuente de almidón, así como también, se pueden analizar algunos tipos de embutidos, medallones de carne o sucedáneos de quesos rallados, en los cuales se permite el agregado almidón.

La experiencia se basa en la reacción del reactivo de Lugol (yodo disuelto en una solución acuosa de yoduro de potasio) con el almidón produciendo un complejo de color violeta/azul oscuro. La amilosa, cadena polimérica de glucosa de estructura lineal, es la fracción del almidón que interactúa con las moléculas de yodo formando un complejo.

Para el desarrollo de la actividad es necesario contar con el reactivo de Lugol y material de soporte para colocar las diferentes muestras. El ensayo puede llevarse a cabo con los alimentos que se deseen; por ejemplo, en la FIGURA 2 se observan las muestras en las cuales se realizó el análisis. En la imagen se pueden distinguir alimentos crudos y otros cocidos, la diferencia entre ambos es que en los alimentos cocidos la reacción con el Lugol es más enérgica ya que la cocción provoca la gelatinización de los gránulos de almidón. La gelatinización es la disrupción de la estructura de las moléculas de los gránulos, siendo éste un proceso irreversible, y durante el mismo se produce un lixiviado de amilosa, dejando así más susceptible la cadena para reaccionar con el yodo.



FIGURA 2. Muestras y resultados que se obtuvieron durante la determinación cualitativa del almidón.

3.3. Determinación cualitativa de proteínas

Al igual que en el apartado anterior, esta actividad permite determinar la presencia o ausencia de proteínas en diferentes muestras alimentarias utilizando el reactivo de Biuret (CuSO_4 en solución acuosa alcalina). La reacción se basa en la formación de un complejo de coordinación entre los iones Cu^{+2} y los pares de electrones no compartidos del nitrógeno que forma parte de los enlaces peptídicos, generando un viraje de color celeste a violeta.

Para su realización es necesario contar con el reactivo de Biuret, tubos de ensayo y las muestras de alimentos, que en el caso de que sean sólidas se les puede adicionar agua.

En la FIGURA 3 se visualizan muestras de alimentos proteicos con los cuales la reacción es positiva (leche, clara de huevo, queso), y de otros alimentos en los cuales el ensayo es negativo (agua, vinagre, jugo de naranja).

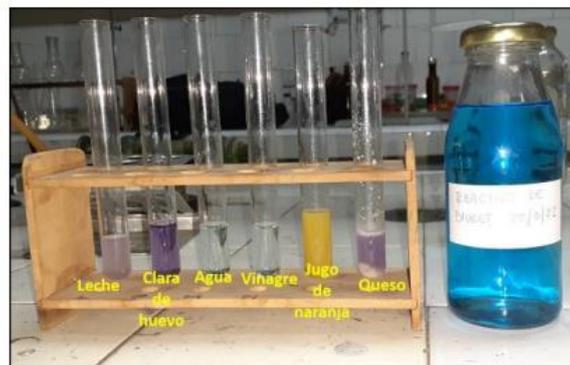


FIGURA 3. Muestras y resultados que se obtuvieron durante la determinación cualitativa de proteínas.

3.4. Determinación cualitativa de vitamina C

La vitamina C, también conocida como ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), cumple en el organismo humano múltiples funciones biológicas. También es muy importante su actividad como antioxidante en los alimentos. Además, es una de las vitaminas menos estables, pues se degrada fácilmente en presencia del oxígeno, la luz y el calor. La actividad propone determinar la presencia de vitamina C en diferentes jugos, ya sean naturales o comerciales, permitiendo también comparar en forma relativa la cantidad de vitamina que contiene cada una. La experiencia se basa en la reacción entre el Lugol y el ácido ascórbico (Vit. C) formando el ácido dehidroascórbico. Esta reacción tiene un viraje de pardo/marrón (color del reactivo de Lugol) a incoloro, por ello se adiciona a cada muestra unas gotas de solución de almidón. El mismo tiene la función de indicador, marcando el momento en que el ácido ascórbico ha reaccionado por completo con el Lugol, es en este momento donde las gotas de Lugol en exceso reaccionan con el almidón provocando un viraje a color azul/ violeta oscuro. Para realizar la actividad se necesita contar con el reactivo de Lugol, varios tubos de ensayo y muestras de

alimentos que contengan vitamina C, como lo pueden ser jugos de cítricos naturales o jugos industriales. Algunas muestras pueden que consuman más o menos gotas de Lugol, permitiendo así comparar el contenido relativo de vitamina C en las muestras.

3.5. Las antocianinas como indicadores de pH

Muchas frutas y hortalizas como el repollo colorado, las uvas negras, las frutillas, los arándanos, entre otras, contienen un pigmento llamado antocianinas. Este pigmento, al igual que otros, tiene la propiedad de cambiar de color según la acidez o alcalinidad del material con que está en contacto, y puede ser fácilmente extraído con alcohol o agua caliente disgregando el tejido vegetal.

El objetivo de la actividad es reconocer la alcalinidad o acidez de productos de uso cotidiano y relacionar la escala de pH con el cambio de color de las antocianinas. Para esto se debe tomar una muestra de alguna fruta u hortaliza que contenga estos pigmentos, por lo general con el repollo colorado se obtienen buenos resultados; luego se debe realizar una extracción del pigmento con alcohol etílico y un mortero, para por último filtrarlo y conservar el extracto. El mismo se coloca en tubos de ensayos a los cuales se adicionan gotas de muestras de alimentos y se observa el viraje o no de color.

En la FIGURA 4 se observa el color del extracto de las antocianinas en condiciones básica (verde), neutras (violeta) y ácidas (rojo). El caso particular de la muestra de clara de huevo vale la pena ser mencionado, si bien es un alimento levemente básico y, por ende, se espera un viraje de color a verde, como resultado se obtiene un viraje de color a celeste. Esto se debe a que durante la extracción de las antocianinas del repollo se extraen también otro tipo de pigmentos de color amarillo que en conjunto con las antocianinas verdes (por el medio básico) forman a la vista el color celeste.



FIGURA 4. Muestras y resultados obtenidos durante el ensayo del cambio de color de las antocianinas.

3.6. Cromatografía de pigmentos de acelga

Las hojas verdes contienen un pigmento de color verde llamado clorofilas. Estas clorofilas son las que permiten a las hojas realizar el proceso de fotosíntesis. Funcionan como pequeñas placas fotovoltaicas que toman la energía del sol y la transforman en moléculas orgánicas.

Existen diferentes tipos de clorofilas, cada una con un tono de verde distinto y además también se encuentran otros pigmentos asociados como xantofilas y carotenos que son enmascarados por el color verde las clorofilas. El objetivo de la actividad consiste en separar los distintos pigmentos de un extracto vegetal (de la hoja de acelga) a través de una cromatografía en papel (Reyes y Granados, 2017).

La cromatografía es una técnica de separación física e identificación de los componentes de una mezcla homogénea (como el extracto de acelga), basada en las diferentes velocidades con que son arrastrados cada uno de ellos a través de un medio poroso por un disolvente en movimiento.

Para la realización de la actividad es necesario contar idealmente con papel de filtro, el papel de impresión también es de utilidad, hojas de acelga o espinaca, alcohol etílico para realizar la extracción de los pigmentos y un recipiente donde colocar el extracto de clorofila.

Para separar los pigmentos se coloca el papel en el recipiente que contiene la fase móvil, como se observa en la FIGURA 5, y se conserva en reposo por un par de minutos. Con el paso del tiempo, se observará la aparición de bandas correspondientes a los distintos pigmentos.

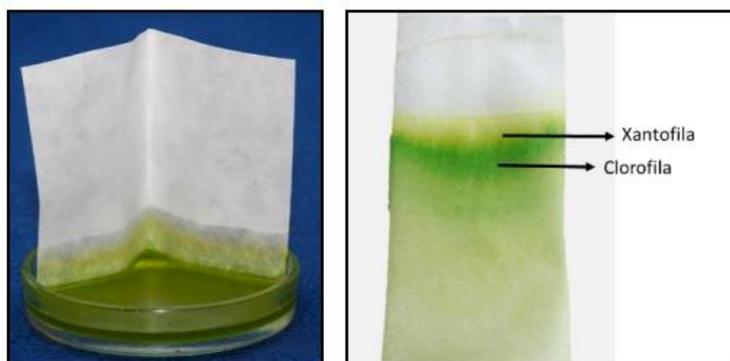


FIGURA 5. Resultado obtenido durante la cromatografía en papel del extracto de acelga.

4. CONCLUSIONES

Como mencionamos con anterioridad, las actividades propuestas fueron presentadas en el taller “La química de los alimentos: conocer la composición para hacer elecciones saludables”, perteneciente al ciclo de talleres “El fascinante mundo de los alimentos: una mirada holística e interdisciplinaria. Problemáticas, desafíos, debates y propuestas didácticas para trabajar en las aulas”; destinado principalmente a docentes de nivel primario y secundario.

Los docentes reflexionaron sobre la importancia de tratar el tema “composición química de los alimentos” en las escuelas, no sólo desde el punto de vista teórico, sino principalmente práctico. Y que, para esto, no es necesario contar con un espacio destinado a actividades experimentales, reactivos costosos y de difícil preparación, y materiales de laboratorio inaccesibles. Así como también, se les ha presentado una alternativa para llevar la ciencia química al aula considerando los diversos contextos institucionales que se presentan en la actualidad.

Los participantes finalizaron la jornada entusiasmados y con ansias de poder aplicar estas actividades en sus clases. La versatilidad de las mismas, el hecho de que puedan ser adaptadas a diferentes años escolares, trabajar contenidos en diferentes profundidades, su practicidad para llevarlas a cabo, el bajo costo y la seguridad para los alumnos, son cualidades favorables y que propician su aplicación.

Finalmente, mencionar que el ciclo de talleres propuso un enfoque sistémico de la problemática asociada a la alimentación humana; al respecto Astolfi (1998) destaca el desarrollo de un currículo *multirreferenciado* para hacer frente a la complejidad de estos aprendizajes. En este sentido, se propone realizar un nuevo recorte curricular que invite a “tomar prestados” conceptos e ideas provenientes de diferentes campos disciplinares, que aparentemente no se relacionan entre sí, para luego amalgamarlos en función de los propósitos de un proyecto educativo específico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, P. (2010). La construcción social del gusto en el mundo moderno. En P. Aguirre, M. Katz y M. Bruera (Eds.), *Comer. Una palabra con múltiples sentidos*. Libros del Zorzal.
- Astolfi, J. P. (1998). Desarrollar un curriculum multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 375-38. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21543/21377>



- Badui Dergal, S. (2012). *Química de los Alimentos*. Pearson Educación.
- Rembado, F.M. y Sceni, P. (2009). *La Química de los Alimentos*. Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.
- Reverdito, A. y Lorenzo, M. G. (2007). Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química. *Revista Educación en la Química*, 13(2), 108-121. <https://educacionquimica.com.ar/index.php/edenlaq/issue/view/38>
- Reyes, M.S. y Pirovani, M.E. (2015). *El cajón de experiencias con frutas y hortalizas*. Universidad Nacional del Litoral.
- Reyes, M.S. y Granados, D.I. (2017). *El laboratorio en el aula*. Universidad Nacional del Litoral.

DISEÑO DE DEMOSTRACIONES EXPERIMENTALES CORTAS (DECs) PARA EL AULA APLICADAS A LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA DE SÓLIDOS INORGÁNICOS

Agustina Dalla Fontana¹, Silvia Alconchel²

¹INCAPE (CONICET-UNL), Santa Fe, Argentina.

²Facultad de Ingeniería Química (UNL), Santa Fe, Argentina.

agustinadallafontana@gmail.com, salconchel@fiq.unl.edu.ar

Resumen

En esta sociedad de la tecnología y el conocimiento, el docente universitario se enfrenta al constante desafío de generar propuestas educativas innovadoras que fomenten la capacidad de asombro y la creatividad de sus estudiantes, junto al desarrollo del espíritu crítico y la toma de decisiones. En este marco, y para la asignatura Química Inorgánica II (LQ-Plan 2000R, FIQ-UNL), se presenta el diseño de diferentes *Demostraciones Experimentales Cortas* (DECs) para el aula, como apoyo a la enseñanza en clases de teoría. Tomando como eje central al elemento bismuto y sus compuestos, se desarrollaron nuevos recursos para la enseñanza de Química de Sólidos Inorgánicos, que se integran y complementan perfectamente con la metodología de *Trabajo por Proyectos* aplicada al dictado de la citada asignatura. Se pretende de esta manera fomentar la participación activa de los estudiantes en las clases de teoría, generando así un espacio de discusión desde la observación experimental, que contribuya a su aprendizaje en forma significativa.

Palabras clave: enseñanza universitaria; química de sólidos inorgánicos; demostraciones experimentales cortas (DECs); innovación; aprendizaje

Abstract

In this society of technology and knowledge, the university teacher faces the constant challenge of generating innovative educational proposals that foster the capacity for wonder and creativity of their students, together with the development of critical thinking and decision-making. Within this framework, and for the Inorganic Chemistry II subject (LQ-Plan 2000R, FIQ-UNL), the design of different Short Experimental Demonstrations (SEDs) for the classroom is presented, as a support for teaching in theory classes. Taking the bismuth element and its compounds as the central axis, new resources were developed for the teaching of Chemistry of Inorganic Solids, which are perfectly integrated and complemented with the Project Work methodology applied to the dictation of the aforementioned subject. In this way, it is intended to encourage the active participation of students in theory classes, thus generating a space for discussion from experimental observation, which contributes to their learning in a significant way.

Keywords: university education; chemistry of inorganic solids; short experimental demonstrations (SEDs); innovation; learning

1. INTRODUCCIÓN

En todas las sociedades, a nivel global, se vivencian cambios drásticos. Estos cambios, que incluyen a las esferas económica, política, científico-tecnológica y sociocultural, se han intensificado a lo largo de las décadas pasadas. Frente a esta situación, la universidad debe adaptarse a los nuevos paradigmas. En esta sociedad de la tecnología y el conocimiento es necesario formar a las personas, ya no solo para contar con la información para tomar decisiones, sino para saber qué hacer con la misma y cómo desarrollar conocimientos. De esta manera, se busca lograr un desarrollo no solo personal sino planetario, como afirman Morin et al. (2006). Los cambios mencionados impactan fuertemente sobre el sistema educativo universitario en todo el mundo, estableciendo una nueva concepción acerca del rol de los docentes en las instituciones de enseñanza universitaria. Frente a esta situación, es el docente mismo quien tiene la misión de velar que la educación del estudiante esté centrada no solo en el conocimiento, sino también en los valores humanos y sociales. Especialmente, el docente

debe esforzarse en ofrecer propuestas educativas innovadoras, fomentando así la capacidad de asombro y la creatividad, a la vez que el desarrollo del espíritu crítico y la toma de decisiones. De no ser así, su papel protagónico en la formación de profesionales de alto nivel se verá desdibujado, con todas las consecuencias que ello implica.

En este contexto, y para la asignatura Química Inorgánica II del plan de estudios 2000R de la carrera de Licenciatura que Química (LQ), que se dicta en la Facultad de Ingeniería Química (FIQ), perteneciente a la Universidad Nacional del Litoral (UNL), se diseñaron y pusieron a punto diferentes *Demostraciones Experimentales Cortas (DECs)* para el aula, como apoyo a la enseñanza en clases de teoría. Tales *DECs* constituyen un recurso complementario ideal para la metodología de enseñanza de *Trabajo por Proyectos*, implementada por los docentes de dicha asignatura, desde el año 2015 (Belletti y Alconchel, 2015).

Como elemento químico modelo para el diseño de las *DECs* se seleccionó el bismuto (Bi), componente del pigmento amarillo de alta performance vanadato de bismuto (BiVO_4), que a su vez es el sólido objeto del *Trabajo por Proyectos* de la citada asignatura. En los últimos años, el bismuto ha sido destacado como elemento “verde” (Mohan, 2010) y “mágico” (Kanatzidis et al., 2020), siendo tapa de una de las revistas científicas más prestigiosas de la disciplina, como lo es *Inorganic Chemistry*. Los fundamentos teóricos en los cuales se centraron las *DECs* fueron asociados a la conducta química del elemento y a algunos de sus compuestos, a las propiedades eléctricas y magnéticas singulares del mismo y a su análisis con técnicas instrumentales abocadas al estudio de sólidos inorgánicos. Todos estos tópicos forman parte del programa analítico vigente de la asignatura Química Inorgánica II (LQ-Plan 2000R, FIQ-UNL), que promueve una formación integral y responsable.

2. METODOLOGÍA

Para la realización de las diferentes *DECs* se empleó bismuto en forma de lingote de origen comercial, bismuto en polvo obtenido por recuperación a partir de una crema de bismuto comercial y óxido de bismuto (III) resultante de la oxidación del bismuto en polvo recuperado. Además, se emplearon diferentes reactivos de laboratorio de uso general, materiales reciclados y otros diseñados especialmente, necesarios para el armado de dispositivos que permitan la evaluación de propiedades físicas. Para el control de la pureza de las diferentes fuentes de bismuto se llevaron a cabo mediciones de difracción de rayos X (XRD) y de calorimetría de barrido diferencial (DSC). A partir de una revisión bibliográfica sobre la temática, se seleccionaron experiencias y protocolos (Davis et al., 2015; Alemán Milán et al., 2013), los cuales fueron adaptados en función de las necesidades y disponibilidad de recursos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conforme a la metodología explicada anteriormente, se diagramaron cuatro *DECs*, optimizando las experiencias en cuanto al tiempo de duración y a la disposición de materiales en kits aptos para su traslado y uso en el aula. Cada una de ellas fue acompañada de un listado de todos los materiales necesarios y un protocolo sobre el procedimiento a seguir para su ejecución. De esta manera se busca facilitar la tarea al docente instructor para la preparación y desarrollo de su clase de teoría con inclusión de experiencias demostrativas cortas “in situ”.

En la FIGURA 1a se pueden observar las distintas etapas del proceso de recuperación de bismuto a partir de una crema de bismuto comercial, utilizada frecuentemente como antidiarreico. Dicha recuperación se planificó para su interrelación con las propiedades ácido-base y redox del bismuto en solución acuosa, y al mismo tiempo para la vinculación del experimento con la vida diaria y aspectos ambientales de la eliminación de productos farmacéuticos, según las normativas vigentes. El protocolo de separación fue ejecutado en forma exitosa y reproducible en el laboratorio. El bismuto en polvo, aislado con elevada pureza, fue empleado para la evaluación de diferentes propiedades físicas y para la obtención de óxido de bismuto (III) por oxidación. Para el trabajo en aula se dispone de la imagen de la FIGURA 1a, del prospecto del medicamento que detalla su composición, una muestra fraccionada del mismo y del material presentado en la FIGURA 1b (Bi en polvo, Bi en partes de un lingote y Bi_2O_3 en polvo); dando origen así a la *DEC “Bismuto comercial y recuperado”*. Esta *DEC* fue integrada al Tema 1 de la asignatura sobre Sólidos cristalinos de importancia científica-tecnológica, en donde se

tratan aspectos particulares de la Química del bismuto y vanadio, en el contexto del *Proyecto* centrado en el pigmento vanadato de bismuto (BiVO_4).

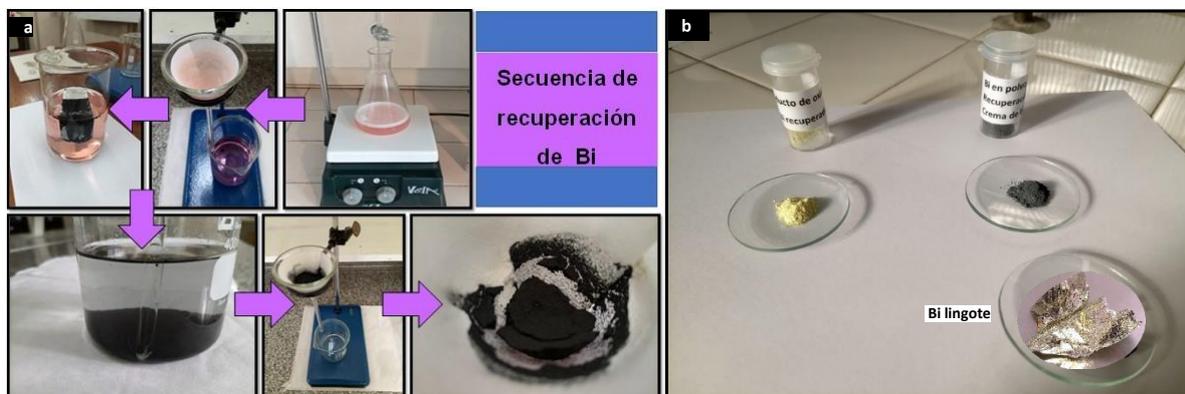


FIGURA 1. Secuencia de recuperación de bismuto a partir de una formulación farmacéutica (a) y materiales derivados para la DEC “Bismuto comercial y recuperado” (b), junto a partes de un lingote de bismuto comercial.

Seguidamente, se logró poner a punto de forma exitosa un dispositivo sencillo para detectar conductividad eléctrica con las muestras en polvo. Empleando el mismo fue posible comparar las propiedades del bismuto recuperado (conductor) con las del bismuto oxidado (no conductor). Este sistema de detección, además de ser sencillo y de fácil operación en el aula, cuenta con el beneficio adicional de ser económico. El desarrollo se ilustra en la FIGURA 2a y corresponde a la DEC “Resistencia eléctrica del bismuto”, integrada al Tema 3 de la asignatura sobre Sólidos cristalinos: enlace y propiedades, en donde se tratan las Propiedades eléctricas. También para el mismo Tema, pero en relación a las Propiedades magnéticas, se diseñó la DEC “Diamagnetismo del bismuto” con dos alternativas de visualización aptas para el aula, utilizando ahora el bismuto en lingote de origen comercial. Una de ellas se presenta en la FIGURA 2b, con la que es posible demostrar el fenómeno de levitación, empleando un dispositivo fabricado casi en su totalidad con materiales reciclados.



FIGURA 2. Detalle de los materiales necesarios para llevar a cabo la DEC “Resistencia eléctrica del bismuto” (a) y la DEC “Diamagnetismo del bismuto” (b).

Finalmente, se diseñó la DEC “Preparando cristales para ver su huella digital”, correspondiente al Tema 4 de la asignatura sobre Sólidos cristalinos: análisis y caracterización, en donde se trata la técnica de difracción de Rayos X, entre otras técnicas de estudio de sólidos. En este caso, se presenta a los estudiantes distintas formas de preparar muestras para la obtención de difractogramas, según la forma de presentación del material (polvo, parte de lingote, pastilla fundida), y su adecuación al instrumento de análisis disponible en la FIQ perteneciente

al Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE, CONICET-UNL). Los materiales que se requieren para esta DEC se muestran en la FIGURA 3.



FIGURA 3. Detalle de los materiales necesarios para llevar a cabo la DEC “Preparando cristales para ver su huella digital”.

4. CONCLUSIONES

Como conclusiones de todo lo expuesto, y en relación con los diseños de las DEC realizadas, se pueden resaltar los siguientes puntos:

- Aplicando un protocolo modificado de la bibliografía consultada, se logró recuperar bismuto de elevada pureza a partir de una crema de bismuto comercial, utilizada frecuentemente como antidiarreico. De esta manera, se dispuso de bismuto en diferentes formas de presentación, incluyendo además su producto de oxidación. Todo el proceso ilustrado en imágenes se vinculó a la Química del bismuto y sus compuestos; y a la eliminación de fármacos según normativas y sus potenciales efectos ambientales.
- A partir de los materiales derivados del proceso anterior y otros, se diseñaron y pusieron a punto cuatro DEC simples para ilustrar en aula distintos conceptos de las clases de teoría de la asignatura Química Inorgánica II (LQ-Plan 2000R, FIQ-UNL). Las mismas pudieron ser optimizadas para tiempos cortos de ejecución (adecuados para el marco de una clase de teoría) y empleando materiales económicos y de fácil obtención.
- Tomando como eje central al bismuto se pudieron desarrollar nuevos recursos para la enseñanza de Química de Sólidos Inorgánicos, que se integran y complementan perfectamente con la metodología de *Trabajo por Proyectos* aplicada al dictado de la citada asignatura. Se pretende de esta manera fomentar la participación activa de los estudiantes en las clases de teoría, incentivar su creatividad y capacidad de análisis; y al mismo tiempo generar un espacio de discusión desde la observación experimental, que contribuya a su aprendizaje en forma significativa.

Cabe notar, que todas las actividades vinculadas a este trabajo fueron desarrolladas en el marco de una Práctica Extracurricular en Docencia de la FIQ-UNL, PE18C2-D15: “Demostraciones experimentales en aula con bismuto: un elemento verde y ancestral”, que estuvo atravesada por la situación sanitaria mundial ocasionada por el COVID19. Este acontecimiento no permitió implementar efectivamente las DEC en el aula, lo que recién fue posible luego de retomar las actividades presenciales en forma plena y durante el segundo cuatrimestre del corriente año. Teniendo en cuenta esto, y con el objetivo de conocer la valoración de los estudiantes al respecto de las DEC presentadas en este trabajo, se prevé efectuar una encuesta al finalizar el cursado. Los diseños realizados fueron integrados a un conjunto más extenso de DEC, que contempla todo el temario de la



asignatura.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente al Tco. Marcelo Schmidt (LaMoFIQ, FIQ-UNL) y al Dr. Gustavo Belletti (IQAL-CONICET-UNL) por la asistencia y colaboración brindada, y al INCAPE (CONICET-UNL) por facilitarnos el acceso a los instrumentos empleados para el análisis de las muestras preparadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán Milán, G., Millier, B., Ritchie, A., Bryan, C., Vinette, S., Wielens, B. y White, M. (2013). *Bismuth crystals: Preparation and measurement of thermal and electrical properties*. J. Chem. Educ., 90, 1675-1680. <https://doi.org/10.1021/ed4001409>.
- Belletti, G. y Alconchel, S. (2015). *Experiencia en la aplicación de la enseñanza de Química de Sólidos Inorgánicos en forma de proyecto corto*. The J. Arg. Chem. Soc., 102 (1-2), 02-011. <https://www.aqa.org.ar/images/anales/pdf102/>.
- Davis, E., Cheung, K., Pauls, S., Dick, J., Roth, E., Zalewski, N., Veldhuizen, C. y Coeler, J. (2015). *Gravimetric analysis of bismuth in bismuth subsalicylate tablets: A versatile quantitative experiment for undergraduate laboratories*. J. Chem. Educ., 92, 163-166. <https://doi.org/10.1021/ed5004614>.
- Kanatidis, M., Sun, H. y Dehnen, S. (2020). *Bismuth - The magic element*. Inorg. Chem., 59, 3341-3343. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.inorgchem.0c00222>
- Mohan, R. (2010). *Green bismuth*. Nat. Chem., 2, 336. <https://doi.org/10.1038/nchem.609>
- Morin, E., Ciurana, E. y Motta, R. (2006). *Educar en la era planetaria. El pensamiento complejo como método de aprendizaje en el error y la incertidumbre humana*. Gráficas Varona.

EMOCIONES VINCULADAS AL ESTUDIO DE COMPUESTOS QUÍMICOS CON ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA

Rebeca Purpora, Bianca Norrito, Graciela Valente

Facultad de Ingeniería - UNCuyo, Mendoza, Argentina.

rebeca.purpora@ingenieria.uncuyo.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presentan algunos resultados obtenidos en las actividades planificadas para el desarrollo de la competencia aprendizaje autónomo y continuo en estudiantes de primer año de carreras de ingeniería, sobre el tema compuestos químicos. La estrategia pedagógico-didáctica consistió en colocar a disposición de los estudiantes el material de estudio en el Aula Abierta (apuntes, videos, guía de trabajos prácticos y evaluación de autocorrección) de manera que cada estudiante abordara los mismos a su propio ritmo de estudio. Posteriormente se realizó una actividad de cierre y repaso utilizando una dinámica especialmente diseñada durante la clase presencial. Esta dinámica permitió a los estudiantes evaluar su propio aprendizaje y analizar su evolución tanto en lo cognitivo como en lo emocional, realizando primero un trabajo individual y posteriormente un trabajo colaborativo grupal. Al finalizar la actividad el 80% de los estudiantes reconocieron y nombraron correctamente los compuestos químicos asignados. Considerando que una competencia es un saber hacer integrado que combina capacidades y habilidades cognitivas, afectivas, psicomotoras y sociales, analizamos las emociones vivenciadas por los estudiantes durante la actividad y el resultado reveló que el 50% de los estudiantes se sintió satisfecho frente a la situación de evaluación generada con la dinámica propuesta.

Palabras clave: emociones; química; ingeniería; competencias.

Abstract

This paper presents some results obtained in the activities planned for the development of the autonomous and continuous learning competition in first-year students of engineering careers, on the subject chemical compounds. The pedagogical-didactic strategy consisted of making available to the students the material study in the Open Classroom (notes, videos, practical work guide and self-correction evaluation) so that each student will address them at their own pace of study. Subsequently, a closing and review activity was carried out using a specially designed dynamic during the face-to-face class. This dynamic allowed students to evaluate their own learning and analyze their evolution both cognitively and emotionally, first by doing a piece of work individually and later a collaborative group work. At the end of the activity, 80% of the students recognized and correctly named the assigned chemical compounds. Considering that a competence is a know-how integrated that combines cognitive, affective, psychomotor and social abilities and skills, we analyze emotions experienced by the students during the activity and the result revealed that 50% of the students felt satisfied facing the evaluation situation generated with the proposed dynamics.

Keywords: emotions; chemistry; engineering; skills.

1. INTRODUCCIÓN

La formación por competencias no deja de lado los conocimientos, ni concibe a los mismos como un conjunto de saberes disciplinares estancos y difíciles de comprender por los estudiantes, sino que apunta a lograr que los mismos tengan su aplicación en la práctica. El CONFEDI (2014) definió que una competencia es “la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales” (p.16). Sabemos que la mayoría de los estudiantes provienen directamente del nivel medio de educación, pasando por un sistema pre-universitario de corta duración donde las capacidades desarrolladas deben ser las herramientas para afrontar sus estudios universitarios. Como profesores de primer año percibimos que los

aportes de los niveles educativos anteriores al desarrollo de competencias son muy bajos, lo que dificulta los procesos de formación en la Universidad y un gran esfuerzo de los cursos al inicio de la carrera. Si bien esta es la realidad, entendemos que al ser ahora *nuestros estudiantes* es la Educación Superior la que debe invertir tiempo y trabajo en estrategias de enseñanza que favorezcan buenos aprendizajes desde la generación de procesos cognitivos y saberes prácticos para que los estudiantes superen las falencias y consecuentemente disminuir el desgranamiento y la deserción.

Si creemos que una competencia es un saber hacer integrado que combina una secuencia de actividades de aprendizaje, involucrando capacidades y habilidades cognitivas, afectivas, psicomotoras y sociales con conocimientos utilizados de manera concreta y eficaz en situaciones que tengan carácter común, podemos hacer uso de la neurociencia educativa para analizar las interacciones entre emociones y pensamiento, en pos de realizar una enseñanza acertada y eficaz. La neurociencia educativa nos brinda información acerca de cómo aprenden los estudiantes, de cuáles son las bases neurales del aprendizaje, de la memoria, de las emociones, entre otras funciones cerebrales que son desarrolladas durante el proceso cognitivo. Desde el nacimiento, se inicia el proceso de aprender que durará toda la vida. Adquirir información y construir esquemas mentales propios implica reflexionar, tomar decisiones y actuar en consecuencia. Tener un conocimiento acabado de este proceso es fundamental tanto para comprenderlo como para mejorarlo y optimizarlo desde lo particular a lo general. La neurociencia ha demostrado que a medida que se avanza en el conocimiento, el cerebro se va amoldando y modelando, cambiando su estructura y su funcionamiento, y de ahí la importancia de aplicar esta disciplina en la educación. Las dos acciones esenciales de la educación son enseñar y aprender y la neurociencia educativa contribuye al conocimiento de las mismas, dando cuenta de los procesos cognitivos claves para la enseñanza-aprendizaje tales como la memoria, la emoción, el lenguaje, la comprensión lectora, la creatividad, la atención, el poder de decisión, entre otros. Diversos estudios científicos sobre el comportamiento humano, el funcionamiento del cerebro y la psicología experimental han mostrado evidencia sobre factores que promueven o facilitan el aprendizaje: una correcta nutrición, realizar ejercicios físicos de manera periódica, dormir el tiempo suficiente, distribución del tiempo durante el estudio, participación activa durante las actividades de aprendizaje, interacción entre pares, la motivación propia y la externa, la capacidad lúdica, el comportamiento autónomo y la autoevaluación. En contraparte, la exposición crónica a situaciones de estrés y el convencimiento de que la inteligencia o el talento son condiciones innatas, aumentan la vulnerabilidad al fracaso. El miedo y la apatía son emociones sobre las que se puede trabajar para mejorar y aprender. “La escuela puede promover vínculos de cooperación y solidaridad para contrarrestar formas de desubjetivación propias de los tiempos que nos toca vivir” (Kaplan y Arevalos, 2021, p. 9). La conciencia emocional consiste en conocer las propias emociones y las emociones de los demás, a través de la autoobservación y de la observación del comportamiento de las personas que nos rodean. La tolerancia a la frustración, el manejo de la ira, las habilidades para enfrentar situaciones de riesgo, el desarrollo de la empatía, entre otros, son aspectos de la regulación emocional. Ahmed, S. (2015) afirma que “las emociones no deberían considerarse estados psicológicos, sino prácticas culturales y sociales” (p. 30) ya que las mismas se construyen en las relaciones entre las personas. Esto está relacionado al trabajo del docente que no deja de ser una tarea compleja si consideramos que no sólo se trata de transmitir conocimientos, sino de motivar el deseo de saber. Es por todo ello que indefectiblemente “existe un lazo indisoluble entre la experiencia emocional y la experiencia educativa” (Kaplan, 2019, p. 3).

Finalmente, considerar que las emociones, el estado de ánimo y las experiencias previas pueden afectar de manera positiva o negativa al cerebro y sus funciones, ya que “a través de los resultados de la evaluación, se fragua el autoconcepto” (Santos Guerra, 2015, p. 130).

2. OBJETIVOS

Los objetivos fueron planteados con la finalidad de analizar la capacidad de los estudiantes para:

- Reconocer fórmulas químicas de compuestos inorgánicos seleccionados y nombrarlos correctamente, a través de una dinámica individual y luego grupal.
- Reconocer las propias emociones, a través de la autoobservación, en la instancia individual y grupal de

la dinámica realizada.

3. METODOLOGÍA

De acuerdo con el cronograma de actividades de la asignatura, se habilitó en el Aula Abierta el material correspondiente a compuestos químicos y nomenclatura (apuntes, videos, guía de trabajos prácticos y autoevaluación) para desarrollar la capacidad de aprendizaje autónomo y continuo en un grupo de estudiantes de primer año de las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería Industrial. Las indicaciones establecían que los estudiantes debían asistir a la primera clase presencial con el material disponible visto y con las dudas registradas para realizar una clase de repaso en conjunto con el docente. Una semana después de estar habilitado el contenido en el Aula Abierta, se realizó la clase presencial. Para realizar el repaso correspondiente se diseñó una dinámica que constó de dos instancias de trabajo, una individual y otra de trabajo colaborativo grupal. Se trabajó con un grupo total de sesenta y seis estudiantes de las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería Industrial, cada especialidad por separado y en sus turnos respectivos de clases.

Se prepararon previamente fichas con fórmulas químicas de compuestos inorgánicos que fueron seleccionados de acuerdo al uso de los mismos en las distintas actividades propuestas por la cátedra. Se seleccionaron veinticuatro compuestos químicos pertenecientes a óxidos básicos, óxidos ácidos, hidróxidos, hidruros metálicos y no metálicos, sales y oxácidos. Algunas fichas se presentaron por duplicado para aumentar el número de fichas disponibles, de manera de propiciar que todos los compuestos seleccionados fueran empleados en la actividad. Durante la clase presencial, se solicitó a los estudiantes que seleccionaran una ficha y que permanecieran en silencio hasta que todos hubieran realizado su elección. Posteriormente se les requirió que intercambiaran la ficha con el estudiante que estuviera sentado delante o detrás suyo. Se otorgaron unos cinco minutos para que cada estudiante, en silencio, analizara la fórmula química del compuesto en la ficha y si la reconocía colocara su nombre en el reverso de la ficha, en caso contrario debía consignar una cruz (X). Pasado el tiempo de trabajo individual, se instó a los estudiantes para que formaran grupos. Por la disposición de los bancos en el aula trabajaron con los compañeros de la misma fila. La segunda etapa de la actividad consistió en completar un cuadro con las fichas de todos los integrantes del grupo, colocando la fórmula, identificando el tipo de compuesto (óxidos básicos, óxidos ácidos, hidróxidos, hidruros metálicos y no metálicos, sales, oxácidos, binario, ternario, cuaternario) y registrando el nombre correcto por la nomenclatura deseada. Con la guía del docente se realizó un repaso en el pizarrón sobre compuestos químicos y su nomenclatura, utilizando como ejemplos los compuestos empleados en la dinámica. Lo que permitió cerrar el tema, abordando dudas, casos especiales y demás.

Finalmente, se les solicitó a los estudiantes que completaran una encuesta muy breve sobre las emociones vivenciadas durante la actividad de manera de que pudieran reconocer sus emociones, a través de la autoobservación, tanto en la instancia individual como en la grupal. Las emociones que podían seleccionar fueron: ansioso /a, ilusionado /a, desbordado /a, expectante, frustrado /a, satisfecho /a, sorprendido /a.

4. RESULTADOS

Durante la selección de la ficha todos los estudiantes estaban en silencio, observando y seleccionando fichas. Algunos preguntaron si podían elegirla y se les respondió que podían hacerlo si así lo querían, otros prefirieron retirar la ficha sin mirar. Pero todos indefectiblemente terminaron observando su ficha.

Posteriormente cuando se solicitó que intercambiaran la ficha con otro estudiante, la situación cambió. Se generaron comentarios, risas y algunas "protestas" por así decirlo. El estado de ánimo del grupo en general varió de un momento a otro de la dinámica.

La FIGURA. 1 es una representación visual de los compuestos químicos seleccionados por los estudiantes de ambas especialidades para la actividad, en donde el tamaño es mayor para los compuestos que aparecieron con más frecuencia. De los veinticuatro compuestos escogidos para la actividad, veintitrés fueron seleccionados por los estudiantes.



FIGURA 1. Nube de palabras con los compuestos químicos seleccionados por los estudiantes para la actividad.
Fuente: Elaboración propia.

Del trabajo individual, (FIGURA. 2), se observó que un alto porcentaje (50%) de los estudiantes reconoció correctamente la fórmula química que fue intercambiada con su compañero. Mientras que un grupo minoritario estudiantes (7%) intentó escribir el nombre del compuesto químico, aunque fuera erróneamente, y dentro este grupo el mayor porcentaje estuvo representado por estudiantes de la especialidad de Ingeniería Civil (80%).



FIGURA 2. Reconocimiento individual de fórmulas químicas.
Fuente: Elaboración propia.

El 58% de los estudiantes de Ingeniería Civil colocó una (X) en el dorso de la ficha, indicando que no reconocía el compuesto y/o no podía nombrarlo frente a un 89% de estudiantes de Ingeniería Industrial que decidieron dejar en blanco el dorso de la ficha, tal vez por no querer reconocer que no lo sabían o no recordar la indicación de la consigna.

El análisis de la evolución de la instancia de trabajo individual al trabajo colaborativo en grupo, y por carrera, se muestra en la TABLA I. Este análisis considera que la instancia de trabajo individual fue superada por la de trabajo grupal colaborativo cuando se pasó de situaciones tales como: a) el compuesto químico no fue reconocido (X), b) el nombre del compuesto químico era incorrecto y c) el dorso de la ficha estaba en blanco; a la situación donde el compuesto químico fue reconocido y nombrado correctamente.

Se observa una diferencia en el porcentaje de estudiantes que no superaron la instancia del trabajo individual con el trabajo grupal, entre ambas especialidades. En el caso de los estudiantes de Ingeniería Industrial los compuestos químicos involucrados en este caso fueron: AgNO_3 , CaO , FeO , HCl , CO_2 , NaHCO_3 y NH_3 . La calificación “no se superó la instancia de trabajo individual” puede ser atribuida a un grupo de trabajo donde los estudiantes en la etapa individual decidieron dejar en blanco el dorso de tres de las cuatro fichas con las que

debían trabajar, luego en la instancia grupal cometieron errores en la nomenclatura y al especificar el tipo de compuesto.

TABLA I. Resultados del trabajo grupal, por carrera.

Ingeniería	Se superó la instancia de trabajo individual [%]		Estaba correcto desde la instancia de trabajo individual [%]
	Si	No	
Civil	13,64	9,08	24,24
Industrial	16,67	13,64	22,73
TOTAL	30,31	22,72	46,97

Finalmente, se analizó, para cada compuesto químico, la frecuencia con la que se superó/ no se superó (Si, No, respectivamente en la FIGURA 3) el trabajo individual con la instancia de trabajo grupal colaborativo. También se consideró la situación en que el reconocimiento, clasificación y nombre del compuesto químico estuvo correctamente realizado desde la instancia de trabajo individual (CI).

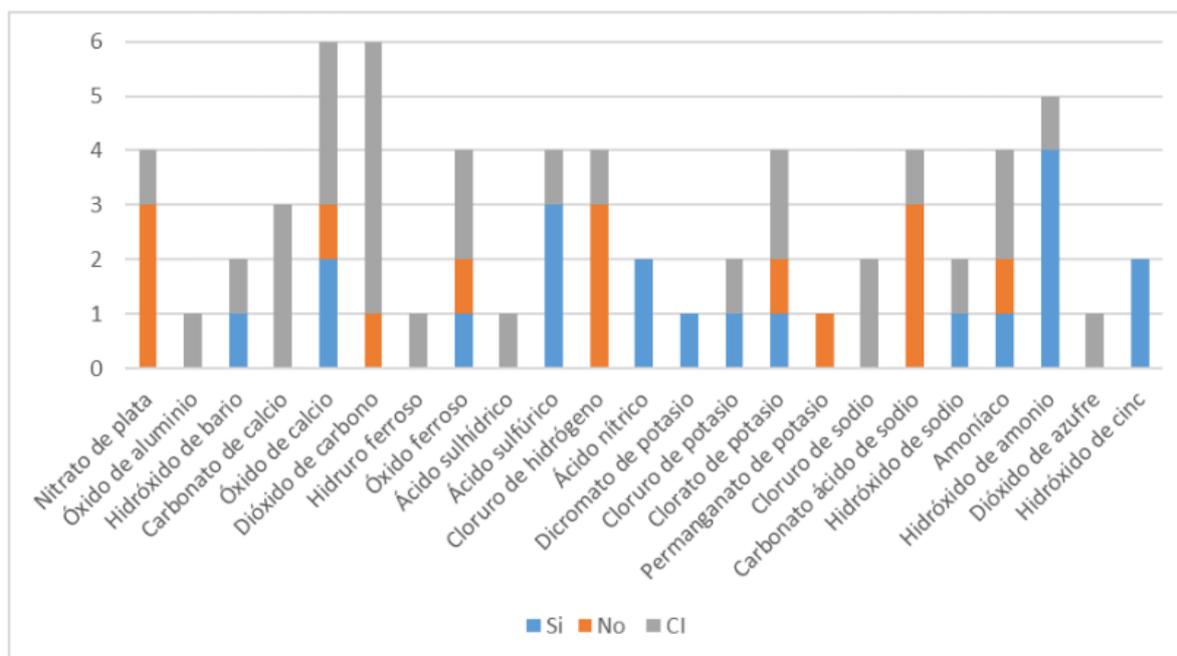


FIGURA 3. Compuestos químicos y su condición al finalizar la actividad. (Si, No) se superó/no se superó, respectivamente, la instancia de trabajo individual. (CI) Correcto desde la instancia de trabajo individual. Fuente: Elaboración propia.

La situación “correcto desde la instancia de trabajo individual” se presentó en todos los compuestos químicos analizados, excepto en ácido nítrico, dicromato de potasio, permanganato de potasio e hidróxido de zinc. Sólo en tres compuestos (nitrate de plata, cloruro de hidrógeno y carbonato ácido de sodio) la frecuencia de no se superó la instancia de trabajo individual fue superior a la frecuencia estaba correcto desde la instancia de trabajo individual. Para ácido sulfúrico e hidróxido de amonio la frecuencia de “se superó la instancia de trabajo individual” fue la superior. El cloruro de sodio las dos veces que se presentó fue correctamente identificado y nombrado desde la instancia de trabajo individual. El ácido nítrico e hidróxido de cinc en las dos veces que se presentaron se superó la instancia de trabajo individual.

Finalmente, del análisis de las emociones que los estudiantes manifestaron vivenciar durante el desarrollo de la actividad podemos señalar que experimentaron un “recorrido emocional” como se muestra la FIGURA 4.

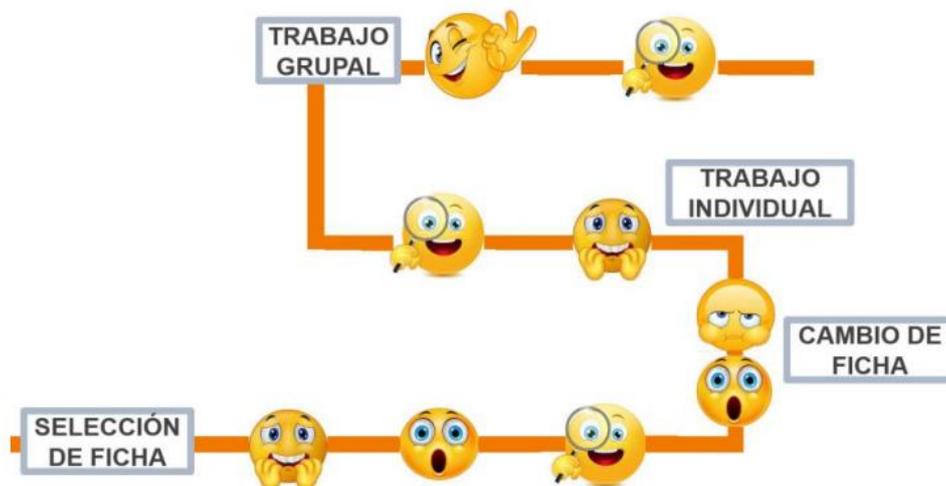


FIGURA 4. Recorrido emocional de los estudiantes durante la actividad. Fuente: Elaboración propia.

Al momento de seleccionar las fichas los estudiantes se sintieron ansiosos (20%), sorprendidos y expectantes (18% c/u). Cuando debieron cambiar la ficha con otro compañero se sintieron sorprendidos (28%) y frustrados (19%). En el momento del trabajo individual se sintieron ansiosos (27%) y expectantes (22%) finalmente en el trabajo grupal se sintieron satisfechos (50%) y expectantes (21%). La emoción “desbordado” sólo surgió en las instancias individuales (selección/cambio de la ficha y trabajo individual).

Algunas opiniones de los estudiantes respecto de la actividad realizada fueron:

- ✓ *Estuvo bien, divertida y entretenida.*
- ✓ *Una Dinámica bastante entretenida pero que me ubico donde estaba parado con respecto al tema.*
- ✓ *Me parece muy buena la parte de trabajo en grupo, y en general he aprendido mucho con la metodología utilizada, por lo que a la hora de rendir el parcial fue reforzar temas, pero los conceptos los tenía claros.*

5. CONCLUSIONES

Consideramos que esta actividad exhibió un resultado positivo para desarrollar la autonomía en el aprendizaje de los estudiantes, ya que:

- el 50% de los mismos reconocieron y nombraron correctamente a los compuestos químicos.
- el trabajo colaborativo adicionó un 30% a la categoría anterior.

Adicionalmente la actividad otorgó, a los estudiantes, una instancia de autoevaluación que les permitió detectar dónde debían profundizar sus conocimientos. La evaluación del propio desempeño es importante porque les permite a los estudiantes hacerse y re-hacerse de estrategias de formación para mejorar su desempeño. La ansiedad fue la emoción experimentada por la mayoría de los estudiantes tanto en el momento de seleccionar la ficha (20%) como en el momento de resolverla (27%). Es importante destacar que, en general, no se analizan las repercusiones que tiene la evaluación en la vida emocional de los estudiantes.

Finalmente, luego del trabajo grupal, el 50% de los estudiantes manifestaron sentirse satisfechos. Podemos observar cómo impacta una actitud emocionalmente equilibrada ante la evaluación, lo que acompaña en el desarrollo positivo del autoconcepto y la autoestima en el estudiante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed, S. (2015). La política cultural de las emociones. México. Universidad Nacional Autónoma de México.



- CONFEDI. (2014). Competencias en Ingeniería argentina. Mar del Plata. Universidad FASTA.
- Kaplan, C (2019). Emociones y educación: una relación necesaria en debate. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP-CONICET).
- Kaplan, C. y Arevalos, D. (2021). Los sentimientos en la escena educativa. Capítulo 1: Las emociones a flor de piel. Educar para la sensibilidad hacia los demás.
- Santos Guerra, M.A. (2015). Corazones, no solo cabezas en la universidad. Los sentimientos de los estudiantes ante la evaluación. REDU - Revista de Docencia Universitaria. Número monográfico dedicado a "Los nuevos estudiantes universitarios", 13 (2), pp. 125-142.



USO DEL CINE DE CIENCIA FICCIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA SEGURIDAD QUÍMICA

Delfina Bunda, Laureano Sabatier

Universidad Provincial de Ezeiza, Ezeiza, Argentina.

lsabatier@upe.edu.ar

Resumen

La educación en seguridad química es clave para preservar la integridad física y psíquica de estudiantes y profesores/as, sin embargo, suele abordarse dentro de los laboratorios como un conjunto de reglas a seguir, sin destinar suficiente tiempo y esfuerzo por comprenderlas. En este trabajo se presenta una estrategia entretenida para trabajar en la temática, basada en el análisis de fragmentos de películas de Ciencia Ficción mediante el reconocimiento de peligros, la evaluación y minimización de riesgos y la preparación para emergencias.

Palabras clave: Ciencia ficción; seguridad química; peligros; REMP; riesgos.

Abstract

Chemical safety education is key to preserving the physical and mental integrity of students and teachers, without However, it is often approached within laboratories as a set of rules to follow, without spending enough time and effort to understand them. This paper presents an entertaining strategy to work on the theme, based on the analysis of fragments of Science Fiction films through the recognition of dangers, the evaluation and minimization risk management and emergency preparedness.

Keywords: Science fiction; chemical safety; dangers; REMP; risks.

1. INTRODUCCIÓN

El laboratorio es un ámbito excepcional para la educación en Química ya que facilita la enseñanza tanto de contenidos disciplinares como de habilidades científicas (Álvarez & Mero, 2020). En este recinto la temática de la seguridad se aborda, la mayoría de las veces, desde un conjunto de reglas que docentes y alumnos deben seguir para llevar a cabo una práctica sin accidentes. Si bien el aprendizaje de estas normas contribuye a la prevención (Walters et al., 2017), en muchas ocasiones no se destina tiempo y esfuerzo suficiente para comprenderlas, quedando simplemente relegadas a una receta o un manojo de instrucciones (Hill & Finster, 2016). De esta forma, la falta de conocimiento, entendimiento y/o distracciones, terminan propiciando la generación de accidentes.

La educación en seguridad es clave para resguardar la integridad física y psíquica de alumnos y docentes dentro de los laboratorios, ya sea en instituciones educativas de nivel superior como secundario. Las lamentables noticias recientes son prueba de ello (Infobae, 2022) (Neuquén al instante, 2022).

Por tal motivo, es menester continuar generando propuestas que incluyan la temática de la seguridad dentro del laboratorio químico. Pekdağ (2020) realizó una recopilación de los enfoques con los que se ha abordado este tema en los últimos 25 años. Entre los que menciona se encuentran juegos de trivia, sopas de letras, dramatizaciones e historietas. Adicionalmente, refiere a una actividad en la que los/las estudiantes comprenden los problemas de seguridad del laboratorio a partir de un video corto y entretenido de un personaje llamado Mr. Bean. Este último recurso, al ser gracioso atrae el interés del estudiantado por la temática que, en general, consideran aburrida (Carr y Carr, 2016); y, por tratarse de un video, aumenta su motivación y favorece el aprendizaje significativo (Lichter, 2012).

Retomando los aportes anteriores, los autores de este trabajo hacemos uso del cine de ciencia ficción y de la

espectacularidad de sus tomas (Shitu & Benvenuto, 2013) para generar una propuesta en donde se debata en torno a la seguridad en el laboratorio, tomando como referencia las fichas de seguridad (FDS) de las sustancias químicas mencionadas en las escenas. Además, se emplea la técnica REMP, propuesta por la American Chemical Society (ACS) como método de abordaje de la seguridad química. Este enfoque acrónimo de reconocer peligros, evaluar riesgos, minimizarlos y prepararse para emergencias ha sido descripto por la ACS como una herramienta "simple, estructurada, flexible, escalable, colaborativa y transferible" (Finster, 2021).

Por lo tanto, el presente artículo tiene como objetivo principal presentar una propuesta didáctica en la que los/las estudiantes logren:

- reconocer los peligros de ciertas sustancias químicas a partir de la interacción con videoclips y FDS,
- evaluar los riesgos vinculados a su manipulación y almacenamiento,
- proponer actitudes y procedimientos que los minimicen, contrastándolas con las llevadas a cabo por los protagonistas y
- plantear acciones en caso de emergencia.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente propuesta se llevó a cabo con un grupo de 28 alumnos/as de Química correspondientes al primer año de la licenciatura en Higiene y Seguridad de la Universidad Provincial de Ezeiza.

Un día antes del ejercicio, los/as estudiantes participaron de un taller presencial, de 60 minutos de duración, en donde se presentó la ficha de seguridad y etiquetas como elementos para comunicar los peligros de las sustancias y mezclas químicas. Para esto, se establecieron grupos de 2 o 3 alumnos/as máximo, se les asignó el nombre de un producto químico, junto con su número CAS y procedieron a buscar las FDS empleando sus teléfonos celulares y la red wifi de la universidad. Durante esa hora, se establecieron diferencias entre los peligros de las distintas sustancias, se debatió la información brindada en las 16 secciones de la ficha y finalmente se dieron instrucciones para confeccionar una etiqueta. Para lo cual, debieron acceder a una web gratuita (<https://ghse.com.mx/app-sga-1>) y completar el formulario con información extraída de las secciones 1 y 2 de la FDS. Posteriormente, las/los estudiantes debieron compartir la etiqueta en un foro disponible en el campus virtual de la asignatura.

Al día siguiente, y ya habiendo trabajado con las FDS, se habilitó en el campus virtual un cuestionario (recurso de Moodle) con dos videoclips de libre acceso y una serie de preguntas a desarrollar.

En el primer videoclip de 3 minutos de duración (<https://www.youtube.com/watch?v=ltaf2SB6-ls&t=7s>) se presentó una escena de la película "El club de la pelea" (1999) en la que Tyler Durden, un vendedor de jabones estelarizado por Brad Pitt, arroja intencionalmente en la mano de su compañero hidróxido de sodio en polvo. Luego de verlo soportar un inconmensurable dolor y advertirle que agregar agua solo empeoraría la situación, el perturbado Tyler acabó con el sufrimiento de su colega arrojándole vinagre.

En el segundo video de 5 minutos de duración (<https://www.youtube.com/watch?v=3z2CvLZAWo8&t=1s>) se observó un fragmento de la película "Spider-Man: sin camino a casa" (2021) en la que los 3 Peter Parker buscan crear una cura en un laboratorio químico, empleando para la elaboración, metanol, tolueno e instrumental de uso habitual en este tipo de recintos.

Luego de ver cada videoclip los/las estudiantes debieron responder una serie de preguntas destinadas a analizar las escenas para evaluar los procedimientos, dichos y actitudes de los protagonistas en relación con la seguridad química. Las respuestas las escribieron individualmente en el mismo cuestionario y no tuvieron límite de intentos ni de visualizaciones de los videos.

Las consignas empleadas se muestran a continuación.

Consigna de Videoclip 1: Analice toda la secuencia desde que le arroja el hidróxido de sodio hasta que luego le vierte el líquido, busque la hoja de seguridad y responda:

- ¿Qué de todo lo que vio le parece que puede ser cercano a la realidad? y ¿Qué le parece una exageración?
- ¿Le parece correcta la expresión de Tyler: "si pones agua en la mano lo más probable es que empeore"?



- c. ¿Qué debió hacer la víctima en esa situación?

Consigna de videoclip 2: Observe detenidamente la escena, busque la hoja de seguridad de las sustancias involucradas y responda:

- ¿Cuáles son los peligros de las sustancias químicas involucradas?
- ¿Qué procedimientos y/o actitudes observas que incrementen el riesgo¹?
- ¿De qué forma se podría minimizar dichos riesgos? ¿Qué sugerencias le darías a Peter Parker?
- En caso de una emergencia ¿Qué elementos y procedimientos deberían estar disponibles en ese laboratorio?

El formulario permaneció abierto durante 36 h y una vez cerrado los docentes evaluaron las respuestas registradas. Posteriormente, se brindó una retroalimentación individual y se convocó al alumnado a un encuentro sincrónico. El mismo se llevó a cabo en dos turnos mediante la plataforma Google Meet, y dentro de cada sesión los participantes se dividieron en dos grupos de trabajo, a razón de aproximadamente 7 estudiantes cada un docente. Como disparador se presentó a las/los estudiantes 3 ítems con dos respuestas escritas por ellos mismos. Para la selección se priorizó distintos puntos de vista a los efectos de propiciar el debate, y se mantuvo el anonimato de las/los autores. Las expresiones empleadas se muestran a continuación:

1. Respecto a la frase: “si pones agua en la mano lo más probable es que empeore”:

- “Después de haber leído la ficha de seguridad, me parece correcta esa afirmación, porque en contacto con el agua el hidróxido de sodio emite todavía más calor”.
- “Me parece incorrecta ya que en la ficha de seguridad especifica que se debe de lavar con agua corriente al momento del contacto con el hidróxido de sodio en polvo”

2. Respecto a los procedimientos y actitudes que incrementan el riesgo en el videoclip 2:

- “Distraerse hablando mientras manipulan/trabajan con líquidos inflamables cerca de fuego. Además de que no llevan elementos de protección personal respiratoria ni para la cara.”
- “Los procedimientos y/o actitudes que aumentan el riesgo que observo es el uso en una persona. Ya que ambos son completamente tóxicos para la salud de toda manera posible. Los peligros son mortales.”

3. Respecto a los procedimientos y elementos que deberían estar disponible en el laboratorio en caso de emergencia:

- “En caso de emergencia debería estar disponible el tapaboca.”
- “Ante una emergencia en un laboratorio debe haber: plan de evacuación de incendios, extintor ABC, duchas de seguridad, lentes y guantes protectores y botiquín de primeros auxilios.”

Aproximadamente durante una hora, cada docente moderó 3 rondas de debate, estableciendo un orden alfabético de participación y solicitando intervenciones cortas de no más de dos minutos cada una. Las/los estudiantes fueron habilitando sus micrófonos y estableciendo su postura respecto a una o ambas expresiones dentro de cada ítem. Antes de finalizar se realizó una puesta en común reinterpretabdo fragmentos de los videos y fichas de seguridad. Posteriormente, se permitió a las/los alumnas/nos que levanten la mano y realicen comentarios o consultas. Finalmente, se les envió una breve encuesta.

3. RESULTADOS

Las etiquetas elaboradas por los grupos de estudiantes luego del taller presencial estaban correctas en su forma y contenido.

¹ El riesgo es la probabilidad de que un peligro se exprese.

Respecto a la actividad virtual asincrónica que implicaba la observación de videos, de los 28 estudiantes participantes solo uno no respondió todas las preguntas, aduciendo que le faltaba información.

Del análisis de las respuestas se elaboraron las siguientes consideraciones:

- Solo cuatro estudiantes informaron que el efecto que produce el hidróxido de sodio sobre la mano del compañero de Tyler es una exageración. Si bien esta sustancia provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares (peligro H313), la corrosión inmediata y posterior emisión de vapores es un efecto exacerbado y característico del séptimo arte. Aun así, su manipulación en la vida real requiere de todas las precauciones y elementos de protección personal (EPP) enunciados en la ficha de seguridad.
- Aproximadamente el 60 % de los/las estudiantes que participaron, lograron buscar e interpretar correctamente las FDS del hidróxido de sodio, el tolueno y el metanol. Reconociendo, por ejemplo, el error en la expresión de Tyler sobre no incorporar agua en la herida y la inflamabilidad de los solventes empleados en el videoclip 2.
- Si bien algunos indicaron que la víctima del primer video debía recibir asistencia médica, resultó llamativo que ningún alumno/a haya planteado la necesidad de retirarle la ropa, la cual probablemente estaba contaminada.
- Respecto al videoclip 2, la mayoría reconoció la ausencia de algunos EPP (como el guardapolvo), la falta de atención y el uso de la llama con solventes inflamables como procedimientos y/o actitudes que incrementan el riesgo. En lo que respecta a la situación de emergencia, si bien la mayor parte pudo reconocer la necesidad de contar con un extintor adecuado en el recinto, únicamente un porcentaje menor (cerca al 10 %) expresó la importancia de tener un botiquín de primeros auxilios, y solo un alumno hizo referencia al plan de emergencia.

En el encuentro virtual sincrónico se intercambiaron puntos de vista a partir del establecimiento de diferencias y similitudes entre lo que se mostraba en los ítems de debate y las opiniones de las/los estudiantes. De esta forma, cada uno/a cotejó la respuesta que previamente había escrito, con las expresiones tomadas como ejemplo y elaboró una breve reflexión al respecto que compartió con sus compañeros/as. Si bien no hubo un registro escrito de todas las intervenciones realizadas durante la videollamada, con el correr del tiempo y el aporte de evidencia que enriquecía el debate, muchos estudiantes lograron reconocer errores en sus propias interpretaciones y aprender de lo sucedido. Por ejemplo, frente al argumento esgrimido por una estudiante de que en la FDS del hidróxido de sodio efectivamente se advertía “En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con mucha agua”, algunos compañeros declararon haber comprendido mal la ficha y/o la pregunta. Adicionalmente, en la puesta en común, cada docente aclaró aspectos que fueron interesantes y conflictivos durante los debates, tal como la liberación de calor al mezclar hidróxido de sodio y agua.

Para conocer la valoración de la actividad por parte del estudiantado se empleó una encuesta con escala de Likert de 5 categorías en orden creciente y se ofreció la posibilidad de que, opcionalmente, justifiquen de forma escrita su elección. El 70 % de los/as estudiantes, asignó el puntaje máximo a la actividad (5) manifestando que les pareció una manera entretenida de profundizar los contenidos vistos, además de ayudarlos a analizar situaciones desde un punto de vista diferente, permitiéndoles comprender la directa relación que hay entre la Química y la Seguridad. El 30 % restante valoró con un 4 coincidiendo con lo dicho anteriormente, pero agregaron que al ser un tipo de actividad que no es habitual en las clases, sintieron inseguridad y tuvieron dificultades en su resolución.

Nos resulta interesante resaltar el comentario de un estudiante que, adicionalmente, logró establecer vínculos entre la Seguridad y la Química en otra película de ciencia ficción.

“Me vino a la memoria Volver al Futuro I, cuando manipulan el plutonio; y tienen la precaución de utilizar trajes especiales y dispositivos cubiertos de plomo.”

4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados de este trabajo es posible concluir que la combinación de actividades presenciales y remotas constituye una estrategia adecuada para abordar la enseñanza de la seguridad química. Los estudiantes logran complementar la instrucción presencial sobre comunicación de los peligros de las sustancias y mezclas, con la participación en recursos asincrónicos (foro y lista de preguntas) y sincrónicos (comunicación por Meet). Estas múltiples instancias de aprendizaje ofrecen al estudiantado varias oportunidades para visibilizar sus conocimientos sobre la temática, cometer errores y aprender de los mismos.

Por otro lado, la combinación de la ciencia ficción con el enfoque de educación en seguridad química REMP, resulta ser una estrategia entretenida e interesante para reconocer peligros, situaciones de riesgo y pensar en prevención.

Este trabajo evidencia que la interpretación completa y correcta de las fichas de seguridad, así como el aprendizaje de la educación en seguridad química en general, es una tarea que demanda tiempo y de diversas instancias en las que pueda ponerse en práctica su uso. Por lo tanto, alentamos la inclusión de este tipo de propuestas en el aula, por ejemplo, durante la semana previa a visitar el laboratorio, para prevenir accidentes y facilitar la comprensión de las clásicas normas de seguridad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Provincial de Ezeiza por la financiación del proyecto de investigación “Análisis de la enseñanza de la seguridad en el laboratorio escolar” en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M. & Mero Jiménez, E. (2020) *Gestión de riesgo y seguridad en el laboratorio de Ciencias del Colegio Municipal Julio Moreno Peñaherrera*. [Trabajo de Titulación]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21995>
- Carr J. M. and Carr J. M., (2016), What can students learn about lab safety from Mr Bean? *J. Coll. Sci. Teach.*, 45(6), 32–35. https://digital.nsta.org/publication/?i=311138&article_id=2508751&view=articleBrowser
- Finster, D. (2021) RAMP: A Safety Tool for Chemists and Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, 98 (1), 19–24. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00142>
- Hill, R. & Finster, D. (2016) *Laboratory safety for chemistry students*. Second edition. John Wiley & Sons
- Infobae (6 de septiembre de 2022) *Un experimento fallido en una clase de química causó una explosión en un colegio: una alumna está en terapia intensiva*. <https://www.infobae.com/sociedad/2022/09/06/unexperimento-fallido-en-una-clase-de-quimica-causo-una-explosion-en-un-colegio-una-alumna-esta-entherapie-intensiva/>
- Lichter J., (2012), Using YouTube as a platform for teaching and learning solubility rules, *J. Chem. Educ.*, 89(9), 1133–1137. <https://doi.org/10.1021/ed200531j>
- Neuquén al instante (16 de agosto de 2022) *Una alumna está en coma tras una explosión en el laboratorio del colegio Pablo VI*. <https://www.neuquenalinstante.com.ar/noticias/2022/08/16/92358-una-alumna-esta-en-coma-tras-una-explosion-en-el-laboratorio-del-colegio-pablo-vi>
- Pekdağ, Bülent (2020) Video-based instruction on safety rules in the chemistry laboratory: its effect on student achievement. *Chemistry Education Research and Practice*, 21 (3), 1109-4028, <http://dx.doi.org/10.1039/D0RP00088D> .
- Shitu, J. A., & Benvenuto, G. O. (2013). El uso del cine de ciencia ficción para el planteo de problemas abiertos y como investigación. *Revista De Enseñanza De La Física*, 25(1-2), 89–108. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/8182>
- Walters A. U. C., Lawrence W. & Jalsa N. K., (2017). Chemical laboratory safety awareness, attitudes and practices of tertiary students. *Saf. Sci.*, 96, 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.03.017>

UN RECORRIDO HISTÓRICO SOBRE LOS ALIMENTOS Y LA ALIMENTACIÓN: EXPERIENCIA ÁULICA UNIVERSITARIA

Paula Giménez¹, Irma Verónica Wolf^{1,2}

¹Instituto de Lactología Industrial (UNL-CONICET), Santa Fe, Argentina.

²Cátedra de Química, Nutrición y Legislación de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química (UNL), Santa Fe, Argentina.

paula.gimenez92@gmail.com , vwolf@fiq.unl.edu.ar

Resumen

La alimentación jugó un rol importante en los millones de años de evolución desde los primeros homínidos hasta la creación de las distintas sociedades históricas y actuales. Abordar los alimentos desde una perspectiva histórica, entendiendo el conocimiento científico como un producto cultural, permite pensar y cuestionar cómo se relaciona nuestro modo de vida, los sistemas de producción de alimentos y los estándares sociales actuales. En este trabajo se comparte una experiencia áulica en formato coloquio la cual se llevó adelante en la cátedra de Química, Nutrición y Legislación de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química, perteneciente a la Universidad Nacional del Litoral de Santa Fe, con estudiantes de grado. Esta mirada en particular no fue abordada nunca en la asignatura y requirió realizar una exhaustiva búsqueda bibliográfica desde la perspectiva de las ciencias sociales y antropológicas, diseñar un material de impacto visual y pensar una forma de comunicar la evolución de la alimentación diferente a otras experiencias académicas ya que la misma fue condensada en un solo encuentro. Concientizar e invitar a los estudiantes a que se comprometan con un rol más activo en su propia alimentación y en la de otros, contribuye a la Educación Alimentaria y Nutricional.

Palabras clave: historia de los alimentos; dimensiones; ideas previas; educación alimentaria; coloquio.

Abstract

Diet played an important role in the millions of years of evolution from the first hominids to the creation of the different historical and current societies. Approaching food from a historical perspective, understanding scientific knowledge as a cultural product, allows us to think and question how our way of life, food production systems and current social standards. In this work we share a classroom experience in colloquium format which was carried out in the chair of Chemistry, Nutrition and Legislation of Food of the Faculty of Chemical Engineering, belonging to the Universidad Nacional del Litoral of Santa Fe, with grade students. This particular look was never addressed in the subject and required an exhaustive bibliographic search from the perspective of the social and anthropological sciences, design a material of visual impact and think of a way of communicating the evolution of food different from other academic experiences since the itself was condensed into a single encounter. Raise awareness and invite students to commit to a role more active in their own diet and in that of others, they contribute to Food and Nutrition Education.

Keywords: food history; dimensions; previous ideas; food education; colloquium.

1. INTRODUCCIÓN

Química, Nutrición y Legislación de Alimentos (QNLA) es una asignatura obligatoria para las carreras de Licenciatura en Química y Profesorado en Química de la Facultad de Ingeniería Química (FIQ), de la Universidad Nacional del Litoral (UNL). La misma se encuentra en el Ciclo Final y Ciclo Superior de Formación Disciplinar de los planes de estudio de estas carreras respectivamente. A su vez, se ofrece como optativa para otras carreras de la facultad: Ingeniería en Alimentos e Ingeniería Química. La enseñanza de la misma pone en juego una serie de saberes cuyo marco teórico proviene de distintas disciplinas. Por ello tiene un carácter integrador, orientada a relacionar conocimientos abordados en otras asignaturas tales como Química General,

Química Inorgánica, Química Orgánica, Química Analítica, Elementos de Estadística y Quimimetría, entre otras, los cuales son requeridos para comprender la composición y análisis de los alimentos y su relación con la nutrición. Si bien el enfoque de la asignatura está orientado desde la Química, la Biología y la Legislación, tradicionalmente no ha tenido en cuenta otras dimensiones que atraviesan la temática de los alimentos y la alimentación. Resulta interesante, por lo tanto, proponer un abordaje más integral ya que como seres humanos tenemos una relación indisoluble con los alimentos, establecidas a lo largo de millones de años de evolución, que generan vínculos e identidad. Sin embargo, en las últimas décadas, la mirada hacia los alimentos, los estilos de alimentación y las formas de producirlos alimentos han cambiado, generando grandes controversias. Los alimentos transgénicos, los orgánicos, los funcionales, los enriquecidos y/o fortificados, los superalimentos, los fármacos que sustituyen nutrientes, las dietas personalizadas, son algunas de las tendencias del presente y del futuro cercano. Como ciudadanos debemos reflexionar y preguntarnos acerca de estos cambios y sobre todo de cómo puede impactar en nuestras vidas, en las de las generaciones futuras y en nuestro planeta. De todos modos, para realizar un análisis de la alimentación de hoy, debemos primero conocer cómo fue la misma a lo largo de los años que existimos como especie.

Cabe destacar que esta nueva dimensión que comprende la historia de los alimentos y de la alimentación, no sólo ha sido abordada desde la Cátedra QNLA con los estudiantes de grado, sino además fue trabajada en diferentes actividades extracurriculares y de extensión que propone la FIQ. Uno de los espacios fue el programa de ingresos, el cual se llevó adelante con los estudiantes inscriptos a la carrera de Ingeniería en Alimentos y su objetivo fue propiciar una aproximación a actividades de la profesión y de investigación propias de la carrera elegida. Otro de los escenarios fue el Ciclo de Extensión denominado "*Experimentar conCiencia. Nuevas realidades, nuevas oportunidades para la enseñanza de contenidos científicos*" en el cual se desarrollaron una serie de talleres enmarcados en la temática alimenticia destinados a docentes del nivel primario y secundario aportando propuestas de enseñanza vinculadas a la alimentación y las problemáticas alimentarias.

2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es compartir una experiencia áulica de la Cátedra de Química, Nutrición y Legislación de Alimentos de la FIQ con los estudiantes de grado en el abordaje del tema "Historia de los Alimentos y la Alimentación".

3. FUNDAMENTOS

Tanto los alimentos como la alimentación tienen un importante rol en la vida humana, en su organización social, en su sistema de derechos, aunque no de una manera lineal sino interactuando con dimensiones ecológicas, económicas, biológicas, culturales, entre otras. Es por ello que la Química de los Alimentos, es una disciplina compleja atravesada por múltiples miradas, y es sumamente necesario adecuar esta transversalidad a los modos de enseñarla. Conocer aquellos momentos trascendentales que ocurrieron en los millones de años de evolución que tenemos como especie permitirá preguntarnos por qué hoy comemos lo que comemos y reflexionar respecto de la multidimensionalidad de factores y problemáticas que ha atravesado la alimentación a lo largo de la historia de la humanidad y en los diversos contextos sociales. Es interesante recuperar a Morín (1997) y el paradigma de la complejidad, en el cual plantea la necesidad de construir un pensamiento complejo y la importancia del conocimiento de la realidad y de la adquisición de criterios y acción ciudadana para posicionarse y cambiarla. Por otra parte, como expresa SanMartí (2002), consideramos imprescindible la contextualización de la producción del conocimiento, a modo de evitar una visión de ciencia que refuerce una percepción como verdad incuestionable, sin tener en cuenta la evolución de las teorías, considerando la versión final, como la única válida.

A lo largo de la historia, los seres humanos fueron variando su alimentación, de acuerdo a las regiones y los climas que habitaban, al desarrollo de tecnologías que facilitaron las tareas agropecuarias aprovechando la fuerza proveniente de los animales, al uso de recursos naturales, como el agua o el viento, y al invento de

mecanismos y máquinas que revolucionó la manera de producir los alimentos. En los últimos años la agricultura intensiva y la tecnología orientada a ella permiten disponer de alimentos de todas partes del mundo y en todas las épocas del año, muchos de los cuales no estuvieron presentes durante los tramos de evolución anterior. Sin embargo, resulta interesante también analizar y cuestionar la incidencia de la alimentación en la sociedad actual con los estudiantes, cómo ha ido variando la alimentación del ser humano, no solo vinculado con su producción y distribución sino además con lo que se legitima como “bueno para comer” (Aguirre, 2017) en cada época. En Argentina, la Dra. Patricia Aguirre –Antropóloga y Especialista en Alimentación-, a lo largo de sus investigaciones, ha realizado aportes sustanciales en la interpretación de la problemática histórica. La autora se posiciona desde una perspectiva comprensiva, donde investiga qué se come y porqué se come así, entendiendo a la alimentación como un hecho social total que involucra todas las prácticas sociales: la manera como concebimos el medio ambiente y producimos nuestros alimentos (y la tecnología que usamos), como nos relacionamos entre nosotros, entre grupos, sectores y géneros para legitimar la distribución de los alimentos. Estas premisas irán de la mano con la educación alimentaria que es un proceso dinámico mediante el cual las personas adquieren, reafirman, o cambian sus conocimientos, actitudes, habilidades y prácticas para la producción, selección, adquisición, conservación, preparación y consumo de los alimentos (Ministerio de Desarrollo Social, 2015). En el año 2014, el Instituto Nacional de Formación Docente del Ministerio de Educación de la Nación, amplió la colección de títulos que integra la edición de Escritura en Ciencias que desarrolló desde 2010, publicando el libro titulado “Alimentos: Historia, presente y futuro” (Díaz y col., 2014). El enfoque del mismo es integral proponiendo interacciones a nivel micro (molecular y celular) y macro (poblaciones y especies), combinándolo con la enseñanza y el aprendizaje sobre esta temática. Esta bibliografía oficial deja aportes sustanciosos ya que además de trabajar la misma con una visión globalizadora, contiene propuestas, reflexiones e ideas para pensar la enseñanza de cada uno de los temas propuestos.

4. METODOLOGÍA

En algunas universidades de nuestro país existen asignaturas específicas que tratan esta temática dentro de sus facultades de ciencias exactas o del área de la nutrición. En la nuestra, como seguramente en otras, aun no existen cátedras de impronta social o globalizadora que realicen un análisis socio-cultural e histórico de la alimentación. En consecuencia, tanto en el programa analítico como en la planificación de la cátedra de QNLA, nunca estuvo contemplado destinar un espacio para el desarrollo de este tema. Sin embargo, no podemos desconocer la importancia de un abordaje globalizador para la formación de profesionales que deberán asumir problemáticas con una mirada holística. Se acordó en la cátedra disponer de un encuentro para la misma. De allí que la propuesta áulica, aun siendo breve, abre una puerta para comenzar a recorrer un camino con una mirada más integradora para el futuro profesional, tan necesaria en los tiempos que corren. El objetivo de la clase fue dejar en evidencia el complejo entramado de relaciones que se establecen entre las variadas dimensiones que conlleva la temática de los alimentos y la alimentación, estimular en los estudiantes reflexiones vinculadas a las variaciones que sufrió la alimentación humana en clave histórica, en la que entran en juego aspectos culturales, políticos, sociales, económicos, religiosos, etc. A partir de todo lo mencionado y teniendo en cuenta los aportes brindados por los autores antes citados, elaboramos un material áulico inédito (Figura 1) que permitió condensar la evolución de los alimentos y la alimentación desde los primeros homínidos hasta el presente, con la intención que los estudiantes puedan tener una visión global y cuestionar la alimentación actual y futura, nuestras costumbres y nuestra identidad. El recurso utilizado fue una presentación en formato Prezi. La misma fue diseñada mediante una espiral compuesta por círculos cuyos tamaños dependen del tiempo durante el cual se mantuvo ese tipo de alimentación.



FIGURA 1. *Presentación Prezi del coloquio*

El plantear el formato de espiral, permite reconocer ciclos repetitivos en el tiempo, además de cuestionar la linealidad temporal en forma de avances constantes, muy lejanos a la realidad. En el recorrido de dicha espiral, se identifican tres grandes transiciones: los cazadores-recolectores, las sociedades agrícolas y las sociedades industriales, las que estuvieron y están atravesadas por cambios climáticos, desarrollos científicos y tecnológicos, guerras, enfermedades, migraciones, entre otras, que impactaron e impactan en los alimentos y la alimentación.

En la primera clase de la asignatura se llevó a cabo un coloquio denominado “Pasado, presente y futuro de los alimentos y la alimentación”. Para llevar adelante esta propuesta, se realizó en primera instancia una actividad diagnóstica con el objetivo de indagar los conocimientos previos de los estudiantes. La misma fue mediada por una aplicación web -Mentimeter- la cual permite crear presentaciones interactivas para hacer participar al público mediante diferentes formatos: encuestas, preguntas, concursos o lluvias de ideas. Los participantes responden mediante los teléfonos móviles, accediendo a la web www.menti.com. Luego de ingresar el código generado automáticamente por la aplicación, participan respondiendo las preguntas o encuestas y envían las respuestas directamente desde sus celulares. Los resultados se registran y se ven en pantalla compartida en tiempo real. En nuestro caso, la pregunta inicial fue: “¿Qué palabras asocias con alimentos?”, la cual los estudiantes tenían que responder individualmente con al menos cuatro palabras. Con el objetivo de enriquecer las relaciones con otras dimensiones en torno a los alimentos y a la alimentación y poner en evidencia su complejidad se compartió el Prezi diseñado. La clase se llevó adelante con formato de coloquio, entendiendo a éste como un espacio dedicado a la reflexión y análisis de temas de interés, que habilitan el intercambio de información y experiencias, de solución de problemas, de debates, y también ayuda a desarrollar competencias comunicativas por parte de los estudiantes.

Al finalizar la presentación se volvió a realizar una nueva pregunta en la misma plataforma -Mentimeter- con la pregunta “Luego de lo conversado... ¿Qué palabras vinculas con alimentos?”. Esta actividad de cierre permitió concluir el proceso transitado en este coloquio y presentar las impresiones con la que se quedaron los estudiantes. Como actividad posterior, se les solicitó la elaboración de un texto escrito individual en el que pongan en cuestión sus ideas sobre cómo se relaciona nuestro modo de vida y producción con la alimentación en nuestra sociedad, en el que reflexionen sobre los aspectos y conflictos que caracterizan nuestro tiempo, como también manifiesten su opinión como consumidores. A modo de seguimiento del proceso de aprendizaje, se realizó una lectura de las producciones de los estudiantes y se les devolvió con nuevas preguntas y observaciones para profundizar dichas reflexiones, con el objetivo de construir una perspectiva más global de la problemática.

5. RESULTADOS

Los resultados de la actividad diagnóstica se pueden observar en la Figura 2. Las respuestas de los estudiantes se muestran mediante una nube, representación visual en la que el tamaño de cada palabra es proporcional a la frecuencia con la que fue elegida. Los términos elegidos por la mayoría de los estudiantes estuvieron relacionados con: nutrientes/nutrición/energía y salud/cuidado/bienestar.



FIGURA 2. Respuestas de estudiantes de la actividad diagnóstica

Estas respuestas revelan que los estudiantes avanzados en su carrera universitaria, relacionan los alimentos con la necesidad fisiológica de consumirlos, centrándose principalmente en la dimensión biológica y nutricional. Si bien esta dimensión caracteriza a los alimentos y la alimentación como un proceso indispensable para el mantenimiento de la vida, limita a las acciones dirigidas a reflexionar, cuestionar y mejorar la situación alimenticia de la población actual. Por otra parte, el disponer de este tipo de plataforma -que permite obtener las respuestas *in situ*, de forma gráfica y compartida por todo el grupo clase-, posibilita que los estudiantes evidencien que sus respuestas, en general, estaban orientadas principalmente sobre una única dimensión. Como docentes nos hace reconocer una vez más la necesidad de tratar el tema de los alimentos desde una perspectiva holística. A su vez, la importancia de trabajar con las ideas previas de los estudiantes permite que reconozcan dichas ideas, que las comparen, que las tensionen, y que analicen la posibilidad de modificarlas en función de los cuestionamientos y aportes que el nuevo conocimiento proporciona, reorganizando esas ideas previas o transformándolas en nuevas, más significativas y expandiendo los conocimientos (Ausubel y col., 1983).

El desarrollo teórico mediante el programa Prezi permitió que los estudiantes se familiaricen con datos e información específica que muestre la relación del hombre con los alimentos mediante el análisis de los principales hitos históricos. La presentación brindó elementos para el intercambio de ideas y propició el debate; los estudiantes intervinieron de forma oral realizando comentarios o preguntas. La mayoría manifestó nunca haber visto un panorama global que ponga en evidencia la interdimensionalidad de la temática. A su vez les resultó interesante la presentación en formato de espiral para visualizar cada etapa (cazadora-recolectora, agricultora e industrial) y su duración, poniendo principal interés a los pocos años que llevamos como sociedad con este tipo de alimentación. Esto fomenta plantearnos preguntas que interpelen nuestras formas de consumo actual y que permita cuestionarnos sobre nuestra salud en un futuro cercano.

A través de la actividad de cierre se buscó evaluar el impacto que tuvo el desarrollo teórico y las conversaciones que derivó, ya que nuevas palabras fueron anexadas a esta segunda nube (Figura 3), y la enriqueció en conceptos, dando lugar también a otras dimensiones de análisis. En este caso los términos

elegidos por la mayoría de los estudiantes estuvieron relacionados con: nutrición/salud/dieta/vida, historia/avances/procesos, economía/globalización, entre otros. Nuevamente podemos observar que aparecen términos relacionados a la dimensión biológica (nutrición, salud, dieta), equilibrados con las nuevas dimensiones propuestas. De esta forma además de ser los alimentos y la alimentación centrales para el mantenimiento de nuestra vida por su carácter metabólico y fisiológico de aportarnos nutrientes y energía, se visualizó que también existen fuertes relaciones con otras dimensiones. Al comparar ambas nubes de ideas (pre y post conversación) en conjunto con los estudiantes, se conversó sobre las dimensiones principales que ellos consideraban atraviesa la palabra “alimento”, como también que la alimentación no sólo tiene un carácter individual sino que también es colectiva ya que es gestionada por las políticas públicas nacionales en cooperación con organismos internacionales, y está fuertemente influenciada por el carácter social y cultural establecidos por cada comunidad, por las ofertas que “brinda” el mercado y las posibilidades económicas de las familias.



FIGURA 3. Respuestas de estudiantes de la actividad de cierre

La actividad final de elaboración de un texto escrito individual permitió que los estudiantes reflexionen y que en algunos casos manifiesten su opinión como consumidores. A modo de seguimiento del proceso se realizó una lectura de las producciones de los estudiantes en forma conjunta y fueron devueltas con nuevas preguntas y observaciones para profundizar dichas reflexiones, con el objetivo de construir una perspectiva más global de la problemática.

6. CONCLUSIONES

Somos conscientes de lo breve de nuestra propuesta y poco podemos evaluar del impacto en los estudiantes, pero nuestra intención es compartir con colegas que es posible intervenir en algunas cátedras universitarias para modificar tradiciones y generar una mirada más holística de ciertos temas que nos atraviesan como profesionales y como ciudadanos. Desde la cátedra QNLA nos pareció interesante abrir esta posibilidad desde la historia de los alimentos.

El incremento en los últimos años de los alimentos ultraprocesados en los mercados, las enfermedades asociadas, el cambio climático, entre otras, nos obliga indiscutiblemente a pensar en nuestra alimentación. El formato elegido da lugar al intercambio y a la reflexión entre los estudiantes, con el docente y el contenido en relación a los aspectos que atraviesan a la alimentación, que no sólo se remite a la necesidad fisiológica idéntica en todos los seres humanos, sino también al momento socio-histórico, a la diversidad cultural y a todo lo que contribuye a modelar la identidad de un pueblo. Consideramos que brindar más espacios y más tiempo



en el abordaje de propuestas que implican pensar más allá de un mero concepto y que involucran la interdisciplina, permite acercarnos a aprendizajes significativos, con una visión humana de la ciencia y de su “avance”. Este tipo de experiencias en la que los estudiantes van interactuando con comentarios, punto de vista, opiniones, posibilita que ellos se encuentren en un lugar protagónico en la construcción de su conocimiento. Como docentes debemos tomar el compromiso y la responsabilidad de brindar una formación disciplinar suficientemente sólida para la formación de profesionales capaces de desenvolverse con idoneidad en un determinado ámbito, pero que por sobre todas las cosas, se forme un ciudadano que ha de actuar con alto sentido ético, de responsabilidad y de cuidado del otro y de lo otro. En este sentido, los estudiantes merecen una formación integral, que no sea pensada meramente como un conjunto de parcelas inconexas de conocimiento. Si bien el plan de estudios de una carrera universitaria es un proyecto viable para esa formación integral, es en las prácticas de enseñanza donde realmente se efectiviza ese proyecto. De ahí que la labor del docente universitario reviste un gran compromiso social, permeado por una perspectiva abierta con capacidad para adaptarse crítica y constructivamente a los acelerados cambios tecnológicos y de información, así como atravesada por los conflictos sociales y ambientales que nos afectan como profesionales, como miembros de la sociedad, y por qué no, como especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, P. (2017). *Una historia social de la comida*. Lugar Editorial.
- Ausubel, D.; Novak, J.; Hanesian H. (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo*. Editorial Trillas.
- Díaz, L., Tarifa, P., Olivera, S., Gerje, F., Benítez, M. y Ercoli, P. (2014). *Alimentos: historia, presente y futuro*. Ministerio de Educación de la Nación, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005266.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Social (2015). *Educación Alimentaria Nutricional*. <https://www.desarrollosocial.gob.ar/wp-content/uploads/2015/08/M--s-sobre-Educacion-AlimentariaNutricional.pdf>
- Morin, E. (1997). *Introducción al Pensamiento Complejo*. Barcelona: Gedisa.
- San Martí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la Enseñanza Secundaria Obligatoria*. Editorial Síntesis.

LA QUÍMICA EN LA REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SILÍCEOS DE ORIGEN INDUSTRIAL

Milagros Otegui Alexenicer, Fernando Ivorra, Vanesa Fuchs, Carla di Luca, Paola Massa

INTEMA-CONICET, Universidad Nacional de Mar del Plata, Av. Colón 10850, Mar del Plata, Argentina,
pamassa@fi.mdp.edu.ar

Resumen

Las tierras de diatomeas son aluminosilicatos de origen natural que se utilizan para la filtración de la cerveza artesanal. Las diatomitas usadas junto con restos sólidos retenidos producen grandes volúmenes de residuos. En este trabajo se presenta un resumen de los procesos asociados tanto con la generación de los lodos residuales, su acondicionamiento y aplicación para la síntesis de materiales tipo zeolitas por vía hidrotérmica. En el marco del Objetivo de Desarrollo Sostenible ODS 12, la División Catalizadores y Superficies del INTEMA ha venido investigando alternativas para reutilizar estos residuos regionales, ricos en silicio. Como parte de la caracterización preliminar de las zeolitas obtenidas, se evaluó su capacidad para remover metales pesados (Zn, Cu) por adsorción en condiciones de pH 5, con resultados satisfactorios.

Palabras clave: revalorización de residuos, tierras de diatomeas, zeolitas, remoción de metales pesados; síntesis hidrotérmica.

Abstract

Diatomaceous earths are naturally occurring aluminosilicates used for filtration of craft beer. The Diatomites used together with retained solid remains produce large volumes of waste. In this work it is presented a summary of the processes associated with both the generation of residual sludge, its conditioning and application for the synthesis of zeolite-type materials by hydrothermal means. Within the framework of the Sustainable Development Goal SDG 12, INTEMA's Catalysts and Surfaces Division has been investigating alternatives to reuse this waste regional, rich in silicon. As part of the preliminary characterization of the zeolites obtained, their ability to remove heavy metals (Zn, Cu) by adsorption under pH 5 conditions, with satisfactory results.

Keywords: waste revaluation, diatomaceous earth, zeolites, heavy metal removal; synthesis hydrothermal.

1. INTRODUCCIÓN

Mar del Plata es uno de los polos de producción de cerveza artesanal más importantes del país, y cuenta con más de 60 fábricas, con una capacidad de producción que supera los cinco millones de litros de cerveza por año. El proceso de producción de cerveza artesanal incluye operaciones de maceración, cocción, fermentación, maduración, filtrado y envasado (Fig. 1). En el filtrado final de la cerveza (clarificación) se elimina la turbidez originada por la presencia de proteínas, levaduras, bacterias y restos vegetales, que afectan las propiedades organolépticas de la cerveza y comprometen su vida útil. La filtración suele realizarse en equipos de placas, utilizando tierras de diatomeas tratadas (DT) como ayudas filtrantes (dos Santos y col., 2014).

Las tierras de diatomeas o diatomitas son restos naturales fosilizados de organismos unicelulares con alto contenido silíceo. Tienen una amplia gama de aplicaciones industriales, por tratarse de un material inerte, liviano y de alta porosidad. Aproximadamente un 50% de la producción de diatomitas se destina a operaciones de filtrado. Para acondicionarlas, las tierras de diatomeas naturales se someten a distintos procedimientos: tratamientos físicos (molienda y clasificación), químicos (con ácidos) y térmicos por encima de los 1000 °C (calcinación). De esta forma se obtienen materiales estables y de propiedades definidas. La Figura 1 también muestra la morfología superficial de las diatomitas naturales, y un esquema que representa el funcionamiento de las ayudas filtrantes.

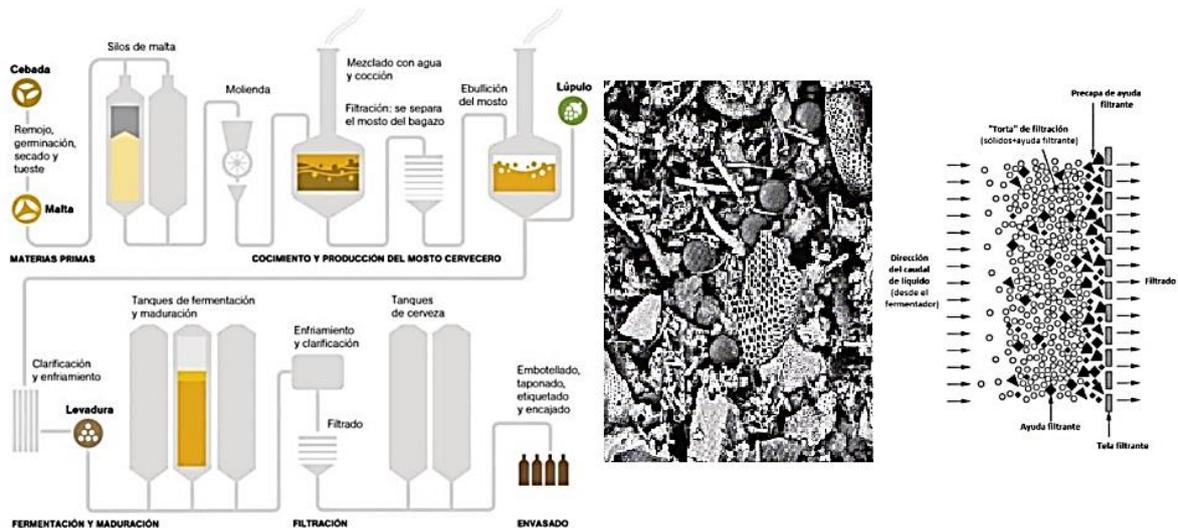


FIGURA 1. A la izquierda, etapas del proceso de producción de cerveza artesanal. Fuente: www.nationalgeographic.com
En el centro, imagen de microscopía electrónica de barrido de diatomita usada como ayuda filtrante. y a la derecha representación esquemática del filtrado. Fuente: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/filter-aid>-
<http://www.filteraid.com>

En general, durante la filtración se consumen entre 1-2 gramos de DT por litro de cerveza filtrada, dejando unos 18 g de lodos residuales (Olajire, 2020). El filtrado debe interrumpirse cuando se alcanza la presión máxima de operación del filtro debido a la saturación de sólidos. Por tanto, la vida útil de las DT se limita a un solo ciclo de filtración. El impacto que esto tiene en la economía del proceso y en la cantidad de residuos sólidos generados es importante. En Mar del Plata, se estima que anualmente se consumen 10 toneladas de diatomitas y se generan 90 toneladas de residuos. Las diatomitas agotadas (DTA) son desechadas junto con el agua proveniente de la etapa de limpieza del filtro, levaduras y restos vegetales atrapados. Este lodo se degrada fácilmente y produce olores desagradables. Para evitar estos inconvenientes, el lodo se mezcla con otros residuos del proceso (granos agotados) y se retira de las plantas de producción con el fin de utilizarlo como alimento directo para ganado. Este destino no es una solución sustentable (Olajire, 2020). Si bien la generación de este residuo podría evitarse utilizando otro tipo de filtros o comercializando cerveza no clarificada, las tierras de diatomeas son el elemento filtrante más ampliamente utilizado en las grandes cervecerías artesanales y en los países donde es habitual el consumo de esta bebida clara (dos Santos y col., 2014), además de su uso extendido en otras industrias de bebidas y alimentos.

En este contexto, el impacto ambiental de la reutilización de las DTA es relevante a nivel mundial, porque las diatomitas son un recurso natural no renovable y su disposición final puede también comprometer el medio ambiente. Por otro lado, si bien las diatomitas naturales poseen una estructura de sílice amorfa (que de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud no resultan tóxicas para los mamíferos), las DT están compuestas principalmente de sílice cristalina, que sí puede resultar peligrosa para la salud. Actualmente, las DTA contenidas en los lodos se dispersan sobre grandes extensiones de tierras de cultivo, se mezclan con otros desechos cerveceros y se suministran como alimento para ganado, o se vierten en rellenos sanitarios. Estas no son prácticas convenientes debido al impacto negativo que provocan en el medio ambiente y al potencial riesgo para los mamíferos (Dessalew y col., 2017; Nassary y Nasolwa, 2019). Por lo tanto, existe la necesidad de contar con alternativas de disposición final de las DTA más amigables con el ambiente, así como de utilizar este recurso mineral de manera más sostenible.

Con el crecimiento de esta actividad productiva, diversos grupos de investigación han comenzado a abordar la problemática con perspectiva multidisciplinaria. Muchas de estas acciones se enmarcan en los compromisos a los que nuestro país ha suscripto, como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Los

lineamientos de este documento se definen sobre 17 objetivos (ODS) que incluyen 169 metas. En particular, el ODS 12 busca garantizar patrones de consumo y producción sostenibles, que básicamente consisten en hacer más y mejor, con menos; la meta 12.5 se enfoca en reducir la generación de residuos a través de la prevención, reducción, reciclaje y reutilización. Con énfasis en la economía circular, regionalmente se han propuesto estrategias para valorizar, en su mayoría el bagazo de cebada y las levaduras agotadas provenientes de la etapa de fermentación, en potenciales aplicaciones para producir harinas fortalecidas para panificación, alimentos balanceados de consumo animal y para la recuperación de enzimas. En paralelo, se ha comenzado a explorar la alternativa de reutilizar las DTA generadas en la región, para producir zeolitas u otros materiales catalíticos y/adsorbentes aptos para remover contaminantes del agua, y también para fabricar cerámica roja (ladrillos) que sean capaces de retener metales pesados en su estructura.

Si nos referimos puntualmente a las zeolitas, debemos indicar que se trata de aluminosilicatos cristalinos (de origen natural o sintético), que se caracterizan por una estructura tridimensional regular con canales y cavidades de dimensiones del orden del tamaño molecular; de ahí su amplia variedad de aplicaciones en procesos catalíticos, de intercambio iónico y de adsorción. Por su contenido de Si y Al, las diatomitas naturales se han utilizado como precursores para la síntesis de distintas fases de zeolitas (García Mendoza, 2017). Explorar el uso de DTA como fuente de silicio reporta ventajas y dificultades. Las principales ventajas consisten en que se trata de un reactivo de “costo cero” por ser un producto de desecho de alta disponibilidad en la región, y que tiene un bajo contenido en Fe y una composición aproximadamente constante, por ser un residuo obtenido a partir de un producto comercial agotado. Las desventajas se asocian a la necesidad de un pretratamiento que elimine humedad y restos de materia orgánica presentes en las DTA, y especialmente a que se trata de materiales que contienen SiO₂ cristalina, de baja solubilidad, lo que demanda investigar condiciones adecuadas para llevar adelante la síntesis.

Sobre esta base, se define el primer objetivo del presente trabajo: estudiar las variables principales para obtener zeolitas a partir de lodos de filtración de la industria cervecera local. En continuidad, se propone investigar la aplicación de las zeolitas obtenidas (o sus mezclas), en procesos de remoción de contaminantes del agua. Este segundo objetivo, refuerza el carácter sostenible de la propuesta, conectado en este punto con el ODS 6 “agua limpia y saneamiento”, meta 6.3 “minimizar la emisión de productos químicos y así mejorar la calidad del agua”. Para ello se ha planteado investigar los materiales obtenidos como adsorbentes de metales pesados (Zn²⁺ y Cu²⁺) y/o de contaminantes emergentes (el antibiótico sulfametoxazol).

2. ACONDICIONAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Para reutilizar las DTA provenientes de lodos de filtrado industrial, se realizaron ensayos preliminares de acondicionamiento y regeneración, utilizando un lote de filtrado de cerveza artesanal provisto por la empresa Milton S.A. En la literatura se reportan distintas estrategias de tratamientos térmicos, alcalinos y biológicos, para la regeneración de las DTA. En función del material recibido, su caracterización de fábrica y la caracterización preliminar realizada en nuestro laboratorio, se optó por seleccionar métodos térmicos de acondicionamiento. El lodo fue tratado a una temperatura de 100 °C durante 12 horas para eliminar el contenido de agua (esto ha permitido preservar la muestra sin cambios y sin emitir olores durante más de un año bajo condiciones ambientales). Las DTA se sometieron a análisis termogravimétrico, y se seleccionó una temperatura de regeneración de 550 °C (durante 5 h). Luego de estos tratamientos se obtuvo un material regenerado que se denomina DR (diatomita regenerada).

Estas muestras DR fueron caracterizadas por difracción de rayos X (DRX), fluorescencia de rayos X (FRX), microscopía electrónica de barrido (SEM) y microscopía óptica seguida de análisis de imágenes, con el fin de analizar su composición, la estructura de fases cristalinas y la distribución de tamaños de partículas, respectivamente. Se comprobó que la estructura cristalina de la sílice consiste mayoritariamente en la fase cristobalita y que la distribución de tamaños prácticamente no se ve alterada por el tratamiento de regeneración; la morfología superficial muestra restos típicos de frústulas de las diatomeas. Algunos de estos resultados se presentan en la Figura 2.

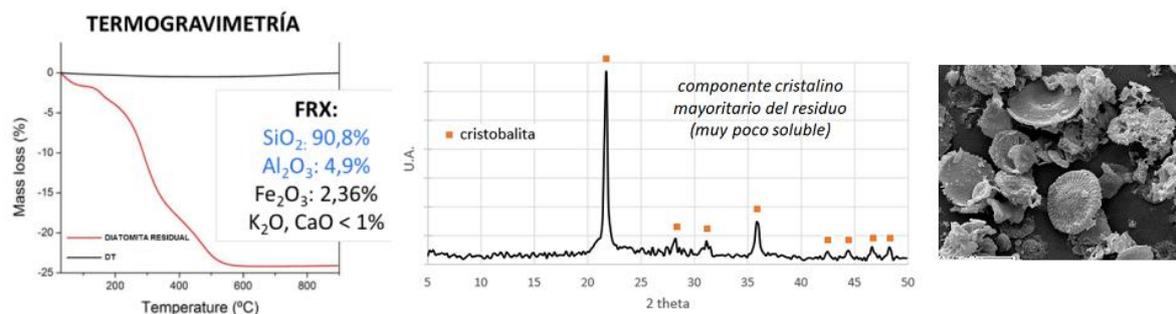


FIGURA 2. Caracterización por análisis térmico, fluorescencia y difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido de muestras de diatomitas las diatomitas tratadas (DTR). Fuente: Propia

3. PROCESO DE ZEOLITIZACIÓN

Se han reportado procedimientos de síntesis de zeolitas a partir de distintas fuentes de silicio y alúmina: precursores comerciales, de origen natural y de residuos industriales (García Mendoza, 2017; Yoldi y col., 2019; Monzón y col., 2019). Existe un número creciente de trabajos que utilizan residuos industriales como fuente de silicio, pero al momento son contados los estudios que empleen DTA como precursores de la síntesis. En general, la formación de zeolitas es un proceso complejo y con frecuencia, imprevisible; más aún cuando se utilizan residuos como materia prima de la síntesis. En el caso de los residuos obtenidos en la región, su utilización en la síntesis de zeolitas constituye un verdadero desafío, por la presencia de fase cristobalita. De hecho, los antecedentes de síntesis de zeolitas a partir de sistemas a base de cristobalita son sumamente escasos (Prasetyoko y col., 2006; Kordatos y col., 2008).

Estrategia de síntesis. En general, el proceso de síntesis consta de varias etapas: formación de gel y envejecimiento; cristalización; lavado/filtrado; secado.

Ensayos de activación del residuo tratado. El procedimiento de activación es fundamental cuando se utilizan precursores no convencionales como materia prima para la síntesis, ya que contribuye a incrementar su reactividad. En el caso del DT utilizado, es deseable que la fase cristobalita se encuentre parcial o completamente disuelta antes de formar la zeolita. Para ello se investigó una etapa de activación combinando las siguientes variables: tiempo de activación, temperatura, aplicación de ultrasonido o microondas.

Química de la zeolitización. La naturaleza de las zeolitas sintetizadas depende de varios factores: composición de la mezcla de reacción (fuentes de Si y Al; alcalinidad; agua; cationes agregados; otros aniones y especies no iónicas presentes; tiempo de reacción; temperatura de reacción; otros factores adicionales como el envejecimiento del gel inicial, la agitación, el orden de agregado de reactivos) (Yoldi y col., 2019; Monzón y col., 2019). El procedimiento general consiste en la preparación de un gel, mezclando una fuente de sílice y una de alúmina en agua, con concentración controlada de OH⁻, y en presencia de un catión (todos en proporciones definidas para direccionar la síntesis). En el proceso hidrotermal, la solución se ubica en un reactor autoclave, con presión autógena (con tiempo y temperatura establecidos). El complejo que orienta la disposición de los elementos para dar lugar a la estructura de zeolita está formado por la combinación de {anión aluminosilicato + catión de compensación + agua de hidratación} (Figura 3). Se considera que las reacciones de condensación entre las especies presentes en la solución dan como resultado la aparición de núcleos, que luego crecerán para formar cristales, actuando la fase sólida como reservorio de las unidades silicato y aluminato. Pueden establecerse muchos paralelos entre la formación de zeolitas y la precipitación de compuestos iónicos simples. En ambos casos, inicialmente se forman pequeños *clusters* de precursores agregados; cuando alcanzan un tamaño crítico, el crecimiento continúa por depósito de material, hasta formar cristales de mayor tamaño. Sin embargo, la formación de zeolitas resulta un proceso más lento, debido a que los cristales se forman por un mecanismo condensación-polimerización tridimensional. Como en la

precipitación de sales simples, la sobresaturación relativa tiene un rol relevante, afectando la velocidad de nucleación y la de crecimiento de los núcleos cristalinos. Con alta sobresaturación, prevalece la velocidad de nucleación, y con baja sobresaturación, predomina la velocidad de crecimiento. A partir de la formación de los primeros núcleos estables, se establece una competencia entre la formación de más núcleos y el crecimiento de núcleos que ya se formaron (ambos procesos consumen los precursores presentes en solución). De modo que todas las variables que influyen sobre la sobresaturación, como el pH o la temperatura, afectarán la cinética de cristalización (Monzon y col., 2019). Los cationes presentes en la síntesis interactúan con las asociaciones de moléculas de agua de manera diferente, de acuerdo con su tamaño y carga; el ion Na^+ es el mejor inductor para la cristalización de zeolitas tipo NaA o faujasitas (Figura 3).

Fuente de iones Al^{3+} . La DTA contienen una alta proporción de SiO_2 . Para alcanzar relaciones molares adecuadas para la síntesis de zeolitas como FAU o LTA, es necesario utilizar una fuente suplementaria de aluminio, de modo de partir de relaciones molares $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \approx 10-20$. Se seleccionó el sulfato de aluminio de uso en horticultura, por tratarse de un reactivo de bajo costo. Se ha observado que la presencia de distintos contraiones puede afectar el producto de la síntesis (García Mendoza, 2017).

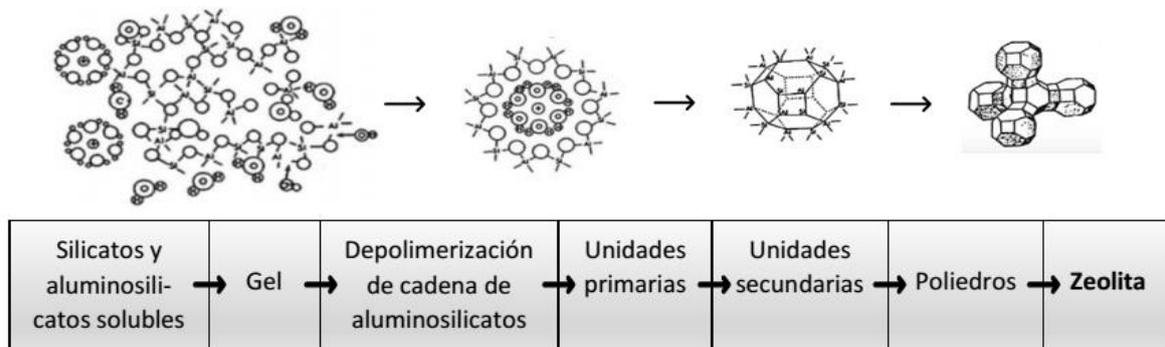


Figura 3. Resumen de los pasos de la síntesis hidrotérmica de zeolitas. Fuente: Propia, adaptada de <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/cr020060j>

4. RESULTADOS PRELIMINARES

En la Tabla I se resume la caracterización de algunos de los materiales sintetizados a partir de las DTA, correspondientes a una serie sintetizada con 24 h de cristalización en estufa. Para esta serie se obtuvieron zeolitas fase gismondina (tipo NaP), con diferentes características. Paralelamente se realizaron síntesis de otros materiales con menores tiempos de cristalización a 100°C , encontrándose diferentes mezclas de zeolitas NaA, NaP, sodalita, y restos de cristobalita sin disolverse (para tiempos entre 0-2 h en estufa).

TABLA I. Resumen de la caracterización de las muestras sintetizadas a partir de las diatomitas tratadas.

Muestra	M14	M17	M16	M18
Activación	No	4h a 70°C	4h a 70°C + 3 min de microondas previos a la cristalización	4h a 70°C + 3 min de ultrasonido previos a la cristalización
Cristalización	24h a 100°C	24h a 100°C	24h a 100°C	24h a 100°C
Fases DRX	NaP	NaP	NaP	NaP
Si/Al (molar)	4.1	5.1	5.1	4.8
Imagen SEM				

Se realizaron ensayos de adsorción, en primera instancia, con la muestra M17, representativa de la serie de zeolitas obtenidas con altos tiempos de cristalización. Se ensayó la adsorción del antibiótico sulfametoxazol (SMX) como contaminante emergente modelo, utilizando soluciones acuosas de 20 ppm, a pH entre 3,5 y 10. En las condiciones ensayadas no se detectaron niveles apreciables de remoción del contaminante. Por otro lado, se probó la adsorción de dos metales pesados (Cu^{2+} y Zn^{2+}) a pH= 5 y 20°C, con una carga de zeolita de 2 g/L y un tiempo de contacto de 24 horas (Zhang y col, 2020). El parámetro Q_e (Tabla II) representa la cantidad de catión adsorbido (en mg) por gramo de zeolita. Los niveles de adsorción resultaron satisfactorios, con un ajuste satisfactorio al modelo de Langmuir ($R^2= 0.8768$ para Cu^{2+} y $R^2= 0.9332$ para Zn^{2+}).

TABLA II. Resultados de los ensayos de adsorción de los cationes Cu^{2+} y Zn^{2+} sobre la zeolita NaP.

Catión	Concentración inicial (ppm)	Adsorción (%)	Q_e (mg/g)
Zn^{2+}	27	55,19	29,8
	54	50,37	54,4
	108	40,28	87
	162	38,27	124
	216	21,30	92
Cu^{2+}	7,9	75,95	6
	16,6	93,98	15,6
	39,6	94,95	37,6
	61,2	65,69	40,2
	194,5	24,68	96

5. CONCLUSIONES

Se sintetizaron mezclas de zeolitas a partir de lodos residuales de la industria cervecera, obteniéndose sistemas en los que predominaron las zeolitas tipo NaP. También se realizaron ensayos de adsorción, de carácter exploratorio. La adsorción de moléculas orgánicas (sulfametoxazol) no alcanzó niveles apreciables. La adsorción de metales pesados como el Cu^{2+} y Zn^{2+} sí alcanzó porcentajes alentadores. A partir de estos resultados, se ha previsto continuar con los ensayos de síntesis con el objetivo de ajustar las condiciones de trabajo para obtener fases de zeolitas con mayor interés comercial, y con propiedades mejoradas y/o que maximicen la eficiencia de adsorción de contaminantes. Este abordaje forma parte del plan de trabajo de tesis doctorales en el área de la Ciencia de Materiales y en prácticas de investigación de estudiantes de Ingeniería Química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dos Santos Mathias, T., De Mello, P. y Sérvulo, E. (2014). Solid wastes in brewing process: a review. *J Brew Distill* 5 (1): 1–9 <https://academicjournals.org/journal/JBD/article-full-text-pdf/OE6313746212>
- Olajire, A. A. (2020). The brewing industry and environmental challenges. *Journal of cleaner production*, 256, 102817. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.03.003>
- Dessalew, G., Beyene, A., Nebiyu, A. y Ruelle, M. L. (2017). Use of industrial diatomite wastes from beer production to improve soil fertility and cereal yields. *Journal of cleaner production*, 157, 22-29. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.116>
- Nassary, E. K. y Nasolwa, E. (2019). Unravelling disposal benefits derived from underutilized brewing spent products in Tanzania. *Journal of environmental management*, 242, 430-439. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.068>
- García Mendoza, J. (2017) Synthesis and applications of low silica zeolites from Bolivian clay and diatomaceous earth. Tesis doctoral, Luleå University of Technology, Suiza
- Yoldi, M., Fuentes-Ordoñez, E., Korili, S. y Gil, A. (2019). Zeolite synthesis from industrial wastes. *Microporous and Mesoporous materials*, 287, 183-191. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2019.06.009>



- Monzón, J. D., Gonzalez, M. R., Mardones, L. E., Conconi, M. S., Pereyra, A. M., & Basaldella, E. I. (2019). The role of alkaline activation in the structural transformations of aluminosiliceous industrial wastes towards zeolite production. *Materials Today Communications*, 21, 100624. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2019.100624>
- Prasetyoko, D., Ramli, Z., Endud, S., Hamdan, H., y Sulikowski, B. (2006). Conversion of rice husk ash to zeolite beta. *Waste management*, 26(10), 1173-1179. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.09.009>
- Kordatos, K., Gavela, S., Ntziouni, A., Pistiolas, K. N., Kyritsi, A., & Kasselouri-Rigopoulou, V. (2008). Synthesis of highly siliceous ZSM-5 zeolite using silica from rice husk ash. *Microporous and Mesoporous Materials*, 115(1-2), 189-196. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2007.12.032>
- Zhang, Y., Chen, Y., Kang, W., Han, H., Song, H., Zhang, C., Wang, H., Yang, X., Gong, X., Zhai, C., Deng, J. y Ai, L. (2020). Excellent adsorption of Zn(II) using NaP zeolite adsorbent synthesized from coal fly ash via stage treatment. *Journal of Cleaner Production*, 258. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120736>

EXPERIENCIAS DE QUÍMICA VERDE EN EL LABORATORIO

Valentín Sosa¹, Francisco Pepe Illuzzi¹, Ignacio Isolabella¹, Ilan Weiser¹, Patricia Della Rocca^{1,2}

¹Universidad de Belgrano, C.A.B.A, Argentina

²Universidad Tecnológica Nacional, F.R.B.A, Depto Ing. Química, C.A.B.A, Argentina

patriciadellarocca@hotmail.com

Resumen

Este trabajo analiza la importancia que tiene la Química Verde para contribuir al desarrollo sostenible en la educación científica de alumnos de la Licenciatura en Ciencias Químicas. Es menester que los estudiantes se concienticen sobre los problemas y desafíos que afectan a la humanidad, contribuyan a la búsqueda de soluciones y se formen como ciudadanos responsables y preparados para la toma de decisiones. Los futuros químicos podrán contribuir al desarrollo sostenible preservando los recursos naturales y protegiendo los ecosistemas al reducir los residuos y el uso de contaminantes. Asimismo, pondrán en práctica los principios de la Química Verde, que pretenden reducir o eliminar la generación de sustancias peligrosas en el diseño, manufactura y aplicaciones. En la materia Química Industrial, se analizaron varios temas teniendo en cuenta la filosofía de la química verde. En este trabajo, se describió una de las actividades que realizaron los alumnos: una investigación de laboratorio consistente en la elaboración de películas biodegradables. Al final del proyecto, mediante una encuesta a los alumnos se relevó si se cumplieron los objetivos pedagógicos de un acercamiento a las prácticas de investigación y a la concientización del cuidado del medioambiente.

Palabras clave: Química verde, desarrollo sostenible, sostenibilidad, formación en química sostenible, educación en química verde

Abstract

This paper analyzes the importance of Green Chemistry to contribute to sustainable development in education. scientist of students of the Degree in Chemical Sciences. Students need to be aware of the problems and challenges that affect humanity, contribute to the search for solutions and are formed as citizens responsible and prepared for decision making. Future chemists will be able to contribute to sustainable development preserving natural resources and protecting ecosystems by reducing waste and the use of pollutants. Likewise, they will put into practice the principles of Green Chemistry, which aim to reduce or eliminate the generation of hazardous substances in design, manufacture and applications. In the field of Industrial Chemistry, several topics were analyzed taking into account the philosophy of green chemistry. In this paper, one of the activities carried out by the students: a laboratory investigation consisting of the elaboration of biodegradable films. At the end of the project, through a survey of the students, it was revealed whether the pedagogical objectives of an approach to research practices and awareness of environmental care were met.

Keywords: Green chemistry, sustainable development, sustainability, sustainable chemistry training, education in chemistry green

1. MARCO TEÓRICO

La sustentabilidad de nuestro planeta depende de nuestra capacidad de administrar los consumos de las fuentes de energía, los alimentos y la generación de productos contaminantes de la creciente población mundial sin comprometer los recursos naturales y afectar la ecología a largo plazo. El desarrollo de las herramientas para lograrlo implica un gran reto científico, tecnológico y social.

Algunas de las medidas de remediación medioambiental se desprenden de convenciones como la Iniciativa Global para el Cuidado Responsable del Consejo Internacional de Asociaciones de la Industria Química (ICCA), las conferencias sobre química sustentable de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

(OCDE), diversas leyes y convenios internacionales para la regulación de los productos y procesos químicos (Doria Serrano, 2009). Más recientemente, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, propone poner fin a la pobreza y al hambre en todas sus formas, preservar el planeta contra la degradación ambiental, velar para que todos los seres humanos puedan disfrutar de una vida próspera y plena, favorecer la construcción de sociedades pacíficas, justas, inclusivas y libres de violencia, y promover una alianza mundial basada en el espíritu de solidaridad.

La demanda social de bienes materiales es satisfecha por diversos tipos de industrias y sectores, que se pueden centrar en cuatro grupos: producción de energía (incluido el transporte), industria química, cemento (y otros materiales de construcción) y metalurgia. Existe un quinto grupo que comprende el amplio espectro de sectores y actividades que usan productos y materiales derivados de la industria química: farmacia, agricultura, fibras y colorantes textiles, materiales plásticos, pigmentos, disolventes, papel, etc. Todos estos sectores contribuyen directamente a la generación y emisión de contaminantes químicos, y se nutren de materiales extraídos del subsuelo que son no renovables.

Con el propósito de lograr la sustentabilidad, es menester poner en práctica los principios de la Química Verde (Anastas y Warner, 1998), que pretende reducir o eliminar la generación de sustancias peligrosas en el diseño, manufactura y diversas aplicaciones de los productos químicos. Para cumplir con esta propuesta, se requiere el rediseño de algunos productos y la modificación o reemplazo de algunos procesos actualmente utilizados. La "Química verde" se relaciona estrechamente con el "Desarrollo Sostenible"; propone nuevos caminos para llevar a cabo las investigaciones, creaciones y producciones de sustancias y procesos químicos para maximizar beneficios y disminuir efectos secundarios que pueden ser dañinos para el ser humano y el sistema ambiental. Además, esta contribución tiene lugar de manera primordial por la sostenibilidad de la propia actividad química industrial, que ve amenazada la viabilidad de su producción debido al previsible agotamiento irreversible de las fuentes de materias de partida.

La Química Verde enuncia sus 12 principios de actuación para conseguir la sostenibilidad. Estos son:

- 1. Prevención.** Es preferible evitar la producción de un residuo que reciclarlo, tratarlo o disponerlo.
- 2. Economía atómica.** Las síntesis deben diseñarse para incorporar la mayor parte de los reactivos en el producto final, evitando la formación de subproductos. La economía atómica se refiere a la relación del peso molecular del producto de una reacción o proceso respecto a la suma de los pesos moleculares de todos los reactivos utilizados. En algunas síntesis como la del óxido de etileno se puede explicar este concepto. El óxido de etileno es el producto de partida en la síntesis del etilenglicol (anticongelante), etoxilatos (dispersantes), éteres de glicol y polímeros (PET). La síntesis tradicional consiste en dos pasos y se conoce como la ruta de la clorhidrina. En este caso se puede observar una pobre economía atómica del 23 %. Sin embargo, en la síntesis vía la oxidación catalítica del eteno la economía resulta del 100%.
- 3. Uso de rutas sintéticas que generen productos intermedios con toxicidad reducida.**
- 4. Diseño de productos químicos eficaces, pero no tóxicos.**
- 5. Reducción del uso de sustancias auxiliares.** El empleo de sustancias auxiliares (como disolventes, agentes de separación, etc.) debería evitarse en lo posible, y ser inocuo cuando se emplee. Un ejemplo son los líquidos iónicos como el cloruro de 1-etil-3-metilimidazol que tienen una presión de vapor baja, alta estabilidad térmica y alto poder disolvente, siendo además un buen catalizador y recuperable. Asimismo, los fluidos supercríticos son utilizados como reemplazo de ciertos solventes orgánicos para extracción. Por encima del punto crítico se encuentran en un estado que difunden como gases y disuelven como líquidos. El dióxido de carbono (CO₂) es uno de los ejemplos que en su estado supercrítico es un gran solvente usado para la extracción de la cafeína en la obtención de café descafeinado, reemplazando disolventes nocivos como el diclorometano o el acetato de etilo.
- 6. Reducción del consumo energético**
- 7. Uso de materias primas renovables.** Deben utilizarse materias primas renovables siempre que sea técnica y económicamente viable. Un ejemplo son las estrategias que aprovechan las emisiones de CO₂ de la atmósfera, como reactivo en procesos de hidroformilación, hidrogenación, oxidación, biocatálisis y síntesis de polímeros.

La utilización de CO₂ promete desafíos en la investigación de nuevos conceptos y oportunidades para el desarrollo catalítico e industrial, al ser una fuente de carbono renovable, de bajo costo y segura. Además, contribuye a la minimización de los cambios climáticos globales que han sido causados por el aumento de las emisiones de este gas de efecto invernadero.

8. Evitar la formación de derivados químicos que puedan traer problemas ambientales como grupos protectores, protección/desprotección, etc.

9. Incremento del uso de catalizadores selectivos. Es interesante también el caso de la creación de catalizadores activadores de oxidantes como son los complejos de hierro con ligantes tetraamido macrocíclicos con eficiencias comparables a las de las enzimas peroxidasas. Cuando estos complejos activan peróxido de hidrógeno en agua pueden purificar agua con contenido de compuestos orgánicos persistentes y ciertos patógenos.

10. Generar productos biodegradables.

11. Desarrollar métodos analíticos para el seguimiento en tiempo real de los procesos químicos.

12. Minimizar el potencial de accidentes químicos, incluidas las emanaciones de vapores, explosiones e incendios.

La importancia de la formación de los alumnos de la carrera de la Licenciatura en Ciencias Químicas considerando los grandes problemas que afronta la humanidad como el cambio climático, la contaminación ambiental y los peligros del uso de ciertos compuestos tóxicos y no biodegradables es fundamental para que ellos junto con otros profesionales y científicos sean los artífices del cambio y las mejoras de los procesos y los productos que contribuyan al desarrollo sostenible. Es relevante citar las palabras de Daryle Busch (Presidente de la ACS, 1999-2001): “La Química Verde representa los pilares que sostienen nuestro futuro sustentable. Es imperioso enseñar el valor de la Química Verde a los Químicos del mañana”.

En este trabajo, se presenta la investigación de laboratorio realizada por los alumnos de la materia Química Industrial de la Licenciatura en química sobre la elaboración de películas poliméricas biodegradables en base a almidones y gomas para su uso en envases alimentarios. De esta forma, se pretende reducir y en un futuro eliminar el uso de envases plásticos provenientes de los derivados del petróleo que sean no biodegradables o que su biodegradación sea muy lenta y persista en los ecosistemas dañándolos. El uso de materiales a base de biopolímeros para fabricar envases alimenticios seguros, es una de las alternativas prometedoras en la que las actuales investigaciones se han enfocado. Los biopolímeros derivados de productos agrícolas son económicos, de fácil acceso, biodegradables y abundantes en la naturaleza, es por ello que son una excelente alternativa para reemplazar los envases plásticos obtenidos a partir de derivados del petróleo (Kumar et al., 2020). Sin embargo, su uso en los alimentos es limitado aún debido a que las películas de almidón se caracterizan por sus deficientes propiedades mecánicas y débiles propiedades de barrera (Wang et al., 2020). Las películas con menor permeabilidad poseen mejores propiedades de barrera. No obstante, las películas de almidón tienen una alta permeabilidad al vapor de agua, asociada a la cantidad de amilosa presente, provocando el agrupamiento de agua a través de micro cavidades de la película al igual que la presencia de altos contenidos de plastificantes como glicerol y sorbitol. A nivel industrial, se ha buscado generar películas de almidón a partir de los residuos de biomasa agrícola, con el fin de disminuir el impacto ambiental, generando una economía circular. Actualmente se le hacen agregados de nanopartículas y de ciertas fibras para que mejoren su funcionalidad. Asimismo, en el trabajo se analiza la biodegradación de estos bioplásticos mediante ensayos de degradación en el suelo. Los microorganismos presentes en el suelo y en el compost son propensos a degradar polímeros, debido a la presencia de enzimas y metabolitos (Ammala, 2011, Terán et al., 2018). El mecanismo de hidropoxidación de los materiales plásticos es una posible vía de descomposición, ya que el radical hidroperoxilo es organosoluble y capaz de reaccionar con enlaces carbono-hidrógeno de los polímeros (Chiellini & Solaro, 2003; San Andrés, 2010, Terán et al., 2018).

2. OBJETIVO

En la asignatura Química Industrial, de 4° año de la carrera de Ciencias Químicas de la Universidad de Belgrano, se propuso relacionar algunos temas pertenecientes al Programa Analítico con las problemáticas presentes y futuras derivadas del daño del planeta, con el objetivo de concientizar al futuro licenciado en química del cuidado del medioambiente y la importancia del desarrollo sostenible y también adquirir autonomía en el trabajo de investigación en laboratorio. En particular, se analiza uno de los trabajos experimentales de los alumnos, elaboración de películas biodegradables, para emplear en envases de alimentos realizado en el Laboratorio de Química Industrial. El trabajo se realizó sin un protocolo de trabajo provisto por la docente, por lo que los alumnos debieron decidir la planificación de las actividades de laboratorio por su cuenta.

3. METODOLOGÍA

En principio, la docente suministró la información a través de presentaciones, videos, artículos de investigación facilitados mediante el aula virtual y también por otros medios como email y WhatsApp. Cabe resaltar, que este último medio permitió una comunicación más rápida y tornó la relación más cercana con todo el equipo de trabajo. Los alumnos apuntaron los aspectos o ideas claves del material y sus dudas para luego consultar al profesor. Asimismo, se utilizó un padlet para exponer la contribución propia de los alumnos como químicos al desarrollo sostenible. Al finalizar la actividad, una encuesta sondeó el cumplimiento de los propósitos pedagógicos descriptos anteriormente.

En la clase posterior y luego de la lectura de los alumnos de toda la información proporcionada por la docente, esta realizó una introducción al tema y los alumnos pudieron consultar todas sus dudas. Posteriormente, el profesor explicó las actividades que los alumnos realizarían en el laboratorio y explicó que esta vez la actividad consistía en actuar como un investigador. Ellos debían plantear sus propias hipótesis, objetivos del trabajo, proponer la metodología y analizar luego los resultados y extraer sus conclusiones y sus perspectivas futuras sobre el tema. Esta vez no tenían que seguir un protocolo, no había una guía de trabajos prácticos para seguir. Los alumnos procedieron a realizar las actividades en el laboratorio trabajando de forma colaborativa, en grupo. Se dividieron las tareas entre los alumnos. La docente los orientó como organizarse.

Para el desarrollo de las películas se prepararon suspensiones con los diferentes almidones, glicerina y ácido acético. En algunas se adicionó goma xántica.

Película 1 suspensión de almidón de maíz 1% p/p, goma xántica 0.1 % p/p, ácido acético 0,5 % p/p y glicerina 0.4 % p/p.

Película 2 suspensión de fécula de papa 1.2 % p/p, goma xántica 0.1 % p/p y glicerina 0.4 % p/p.

Película 3 suspensión de almidón de maíz 0.4 % p/p, fécula de papa 0.3 % p/p, fécula de mandioca 0.45 % p/p, ácido acético 0,5 % p/p y glicerina 0.4 % p/p.

Película 4 suspensión de almidón de maíz 0.3 % p/p, fécula de papa 1 % p/p, fécula de mandioca 0.53 % p/p, ácido acético 0,5 % p/p y glicerina 0.45 % p/p.

Película 5 suspensión de almidón maíz 0.4 % p/p, fécula de papa 2.23 % p/p, ácido acético 0.2 % p/p y glicerina.

Película 6 suspensión de almidón de maíz 0.3 % p/p, fécula de papa 1 % p/p, fécula de mandioca 0.53 % p/p, ácido acético 1.4 % p/p y glicerina 0.45 % p/p.

Estas suspensiones de almidón y goma xántica se calentaron a baño María en un rango de temperatura de 75-90 °C durante 15 min con continua agitación. Posteriormente, se añadió la glicerina y el ácido acético manteniendo agitación constante. Posteriormente, se colocaron en cápsulas de Petri y se secaron en estufa a 30 °C hasta que las biopelículas se pudieron despegar de las cápsulas. El secado de las películas, se controló en el tiempo. Los alumnos registraron con fotos todas las etapas del proceso de elaboración.

Se realizó una revisión exhaustiva de los posibles ensayos de caracterización de las biopelículas y de las pruebas de biodegradabilidad. Las biopelículas que mostraron mejor apariencia visual y mayor resistencia a la tracción fueron sometidas a ensayos de biodegradabilidad. Se cortaron láminas de bioplástico (1 cm × 1 cm) que se sumergieron en tierra con humus húmedo a una profundidad de 3,5 cm en un recipiente de vidrio. Asimismo, se colocó una muestra del mismo tamaño de polietileno de baja densidad al mismo nivel para comparar los resultados. Se analizará la pérdida de peso de las muestras luego de ser secadas en estufa para determinar el porcentaje de biodegradación (este ensayo todavía no finalizó).

4. RESULTADOS

Los alumnos describieron y analizaron los resultados observados en las diferentes películas biodegradables obtenidas (Figura 1). Finalmente seleccionaron las películas con mejores características en cuanto a apariencia visual y resistencia en ensayos de tracción manual.

Estas fueron las películas 2 y 5 compuesta a partir de suspensión de fécula de papa 1.2 % p/p, goma xántica 0.1 % p/p y glicerina 0.4 % p/p y la suspensión de almidón de maíz 0.4 % p/p, fécula de papa 2.23 % p/p, ácido acético 0.2 % p/p y glicerina 0.4 % p/p, respectivamente. El pH de las películas estuvo en un rango 3,05-3,29. Actualmente se están realizando los ensayos de biodegradabilidad y se obtendrán los resultados próximamente. En la revisión bibliográfica se encontró que la glicerina utilizada como plastificante tiene una propiedad hidrofílica que hace que la película bioplástica tenga un tiempo de degradación menor, además este biomaterial puede ser compostable, de acuerdo a las normas INEN 2643 e IRAM 29421.

En cuanto a los resultados pedagógicos, en este trabajo, la docente cambió su rol tradicional para pasar a ser en todo momento un acompañante cognitivo y un integrante más del equipo de trabajo, un facilitador de los conocimientos que orientó a los alumnos para poder adquirir competencias. Los alumnos tuvieron que trabajar de forma autónoma, poniendo en práctica lo aprendido en la materia Metodología de la Investigación. De hecho, en una encuesta de Google Forms, el 85 % de los alumnos admitieron haberse sentido protagonistas de la clase. La clase se desarrolló en todo momento alrededor de las necesidades cognitivas del estudiante y se los hizo razonar acerca de sus ideas para poder desarrollar un aprendizaje significativo (Mascarell Borreda y Vilches Peña, 2016). En este modelo de clase, los alumnos fueron los principales actores y la docente solo guió y contribuyó a la creación de conocimiento por parte del alumno (Santiago Campion y Bergmann, 2018). Tal como dice, la Dra. Alba García Barrera (2013) el timón de la clase lo tuvieron los alumnos y el docente fue la brújula. De esta forma, se garantiza que los estudiantes posean una educación personalizada adaptada a sus necesidades individuales (Bergmann y Sams, 2012). Es así como los alumnos fueron los artifices de sus propios aprendizajes y de esta manera se involucraron con el trabajo actuando con responsabilidad.

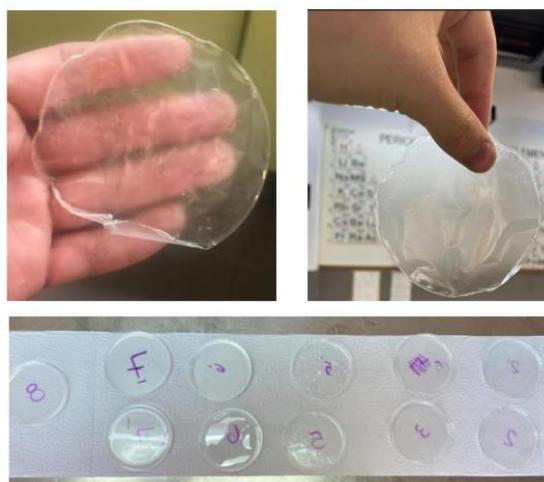


Figura 1. Películas biodegradables: Izq. Película 5., Der. Película 2. Abajo: Todas las películas elaboradas

5. CONCLUSIONES

Al incentivar un modelo de clase dinámica más participativa y cooperativa, el clima de trabajo mejora en el aula y en el laboratorio, y la relación con el docente resulta más cercana (100% de coincidencia, según la encuesta realizada). En este modelo, los docentes se transforman en facilitadores del conocimiento y orientadores de los alumnos en sus aprendizajes significativos. Los alumnos tuvieron que analizar y seleccionar información impartida por el docente, así como buscarla por ellos mismos. De esta manera, aprendieron a analizar la información que encontraron en las redes y a seleccionar el contenido relevante que les sirviera para la propuesta de trabajo. Los alumnos pasaron de una clase pasiva a un modelo donde poseen una participación activa y se involucran con su aprendizaje (85% de coincidencia, según la encuesta realizada), tratando temas de interés y problemáticas actuales. Asimismo, el total de los alumnos reconocieron que la química juega un papel clave en la investigación y el establecimiento de las condiciones necesarias para lograr un desarrollo sostenible, contribuir a la economía circular e idear nuevos enfoques holísticos para la resolución de estos problemas. En cuanto a las películas biodegradables, el uso de almidón de papa en el diseño de biopelículas, teniendo en cuenta la seguridad alimentaria, parece prometedor. Sin embargo, su uso ha traído consigo preocupaciones dada la actual crisis alimentaria, pese a que cada año se desperdicia grandes cantidades de papa durante su procesamiento y cuando se pelan y se generan toneladas de cáscaras aún ricas en almidón, que pueden reintroducirse en la cadena de producción para la generación de una economía circular (Ayquipa-Cuellar et al., 2021; Merino et al., 2021; Lara-Gómez et al., 2022).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ammala, A. (2011). An overview of degradable and biodegradable polyolefins, *Progress in polymer science*, 36(8), 1015-1049.
- Anastas, P., Warner, J. (1998). Green Chemistry: theory and practice. Oxford University Press. New York. 29-56.
- Ayquipa-Cuellar, E., Salcedo-Sucasaca, L., Azamar-Barrios, J. A., & Chaquilla-Quilca, G. (2021). Assessment of Prickly Pear Peel Mucilage and Potato Husk Starch for Edible Films Production for Food Packaging Industries. *Waste and Biomass Valorization*, 12(1), 321–331.
- Bergmann, J., Sams, A. (2012). Flip your classroom: reach every student in every class every day. International Society for Technology in Education. 1st Edition.
- Chiellini, E. y Solaro, R. (2003). Biodegradable Polymers and Plastics. Pisa: University Pisa.
- Doria Serrano, M. del C. (2009). Química verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente. *Educación Química*, 20(4), 412-420.
- García Barreda, A. (2013). El aula invertida: cambiando la respuesta a las necesidades de los estudiantes. *Avances en supervisión educativa*. N°19. 1-8.
- Kumar, P., Mahajan, P., Kaur, R., & Gautam, S. (2020). Nanotechnology and its challenges in the food sector: a review. *Materials Today Chemistry*, 17, 100332.
- Lara-Gómez, A. B., Aguirre-Loredo, R. Y., Castro-Rosas, J., Rangel-Vargas, E., Hernández-Juárez, M., & Gómez-Aldapa, C. A. (2022). Películas de almidón de papa (*Solanum tuberosum* L.), empaques innovadores para alimentos: una revisión. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 10(19), 11-22.
- Mascarell Borreda, L., Vilches Peña, A. (2016). Química Verde y Sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, Investigaciones didácticas, Vol. 34. N°2. 25-42.
- Merino, D., Paul, U. C., & Athanassiou, A. (2021). Bio-based plastic films prepared from potato peels using mild acid hydrolysis followed by plasticization with a polyglycerol. *Food Packaging and Shelf Life*, 29, 100707
- Norma técnica argentina IRAM 29421-2011. Calidad ambiental. Materiales y productos plásticos biodegradables y compostables. Requisitos para su valoración mediante compostaje.
- Norma técnica ecuatoriana INEN 2643-2012. Norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).



Especificación para plásticos compostables.

Organización de las Naciones Unidas. Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/lenguaje_claro_web.pdf.

San Andrés, M. (2010). Factores responsables de la degradación química de los polímeros. Efectos provocados por la radiación lumínica sobre algunos materiales utilizados en conservación: primeros resultados. Recuperado de <http://ccfib.mcu.es/patrimonio/docs/MC/POLYEVART/FactrespXIReinaSof.pdf>

Santiago Campión, R., Bergmann, J. (2018). Aprender al revés: Flipped classroom 3.0 y metodologías activas en el aula. Paidós.

Terán, M.J, Romero, D., Meneses, L. (2018). Estudio de biodegradabilidad aeróbica de HDPE con aditivos degradables mediante compostaje. InfoAnalítica6. 67-82.

Wang, R., Liu, P., Cui, B., Kang, X., Yu, B., Qiu, L., & Sun, C. (2020). Effects of pullulanase debranching on the properties of potato starch-lauric acid complex and potato starch-based film. International Journal of Biological Macromolecules, 156, 1330–1336.

CALENTADORES SOLARES: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA DE ENSEÑANZA SUSTENTABLE DESDE EL ENFOQUE CTSA

Lisette A. Ramirez¹, Dainy Marcos¹, Jérica L. Guaymás² y Milagros García Armario²

¹Área I Química Inorgánica, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS)

²Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Av. Alem 1253, CP B8000CPB, Bahía Blanca, Argentina.

lisette.ramirez@uns.edu.ar , dainy.marcos@uns.edu.ar , guaymasjesi@gmail.com ,
milagros Garcia778@gmail.com

Resumen

El interés vigente en prácticas que contribuyan a mitigar los efectos ambientales derivados del uso de fuentes energéticas tradicionales, sientan las bases para el diseño de esta propuesta didáctica bajo el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). En el presente trabajo se describe una secuencia destinada a un curso de Físicoquímica de 3º año de secundaria, siguiendo los lineamientos del diseño curricular de la Provincia de Buenos Aires. La misma consta de 5 módulos, en los cuales, a partir de la recuperación de los saberes previos de las y los estudiantes, se brinda espacio para la reflexión y consecuente acción. La vinculación CTSA se presentará mediante la construcción de un calentador solar y su divulgación a partir de la realización de infografías, donde se plasmarán los conocimientos aprehendidos durante el desarrollo de la propuesta. Se espera que las y los estudiantes puedan desarrollar competencias de lectoescritura y comunicación, además de contribuir a su formación ciudadana. Si bien la propuesta aún no fue puesta en práctica, la misma ha sido valorada satisfactoriamente en instancias de coevaluación realizadas en la asignatura Didáctica Especial de la Disciplina Química de la Universidad Nacional del Sur.

Palabras clave: Enfoque CTSA; educación sustentable; calentadores solares; energía renovable; química en contexto.

Abstract

The current interest in practices that contribute to mitigating the environmental effects derived from the use of energy sources traditional, lay the foundations for the design of this didactic proposal under the Science, Technology, Society and Environment (STSA). In the present work, a sequence destined to a course of Physicochemistry of the 3rd year of secondary, following the guidelines of the curricular design of the Province of Buenos Aires. It consists of 5 modules, in which, from the recovery of the previous knowledge of the students, space is provided for the reflection and consequent action. The STSA linkage will be presented through the construction of a solar heater and its dissemination from the realization of infographics, where the knowledge apprehended during the course will be reflected proposal development. Students are expected to develop literacy skills and communication, in addition to contributing to their civic education. Although the proposal has not yet been put into practice, the It has been satisfactorily evaluated in instances of co-evaluation carried out in the Special Didactics subject of the Chemical Discipline of the Universidad Nacional del Sur.

Keywords: STSA approach; sustainable education; solar heaters; renewable energy; chemistry in context.

1. INTRODUCCIÓN

La producción y consumo de energía es un asunto de relevancia a nivel científico y social debido al gran impacto que ejerce en la vida cotidiana de la sociedad, siendo una de las necesidades básicas para su desarrollo favorable. “El impacto económico, social y ambiental de las distintas fuentes de energía, los hábitos de consumo energético y su coste, o la determinación de estrategias para lograr un desarrollo energético sostenible son, entre otros aspectos, objeto de importantes debates” (Guerrero-Márquez, 2020, p.2). De lo anterior se desprende la necesidad de que los distintos sectores de la sociedad se movilicen y actúen en conjunto, tomando medidas concretas, en pos de la búsqueda de un futuro sustentable.

En este marco, llevar las problemáticas ligadas a la energía al aula debería ser una de las metas a alcanzar para lograr un aprendizaje sustentable y contextualizado en las y los estudiantes, al mismo tiempo que se forman ciudadanos y ciudadanas responsables y promotores de conciencia ambiental (Acevedo Diaz, 2004, p.5). El

enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) contribuye al desarrollo de estos objetivos (Borges Fernandes, 2018, p.2).

En este trabajo se desarrolla una propuesta didáctica dentro del enfoque CTSA, tomando como eje central lo establecido en los Objetivos de Desarrollo Sostenible n°4 (educación de calidad) y n°7 (energía asequible y no contaminante) planteados en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en la Agenda 2030 (NU, 2015). La misma fue diseñada en respuesta a una consigna de trabajo grupal planteada por la cátedra de la asignatura Didáctica Especial de la Disciplina Química en la Universidad Nacional del Sur, siendo ésta una materia curricular para los Profesorados en Química (Profesorado en Química y Profesorado en Química de la Enseñanza Media), optativa para las carreras de Licenciatura en Química y Licenciatura en Ciencias ambientales y extracurricular para graduados.

La secuencia didáctica mencionada tiene por objetivo promover la alfabetización científica y tecnológica, el aprendizaje colaborativo y el desarrollo de las habilidades de lectoescritura y comunicación en las y los estudiantes, mediante la construcción y promoción de un calentador solar elaborado a partir de materiales reciclados.

2. SECUENCIA DIDÁCTICA

En base a lo previamente introducido se presenta una propuesta dirigida a un curso de Fisicoquímica de 3º año de secundaria siguiendo los lineamientos del diseño curricular de la Provincia de Buenos Aires. Se pretende abordar el eje temático “Intercambio de energía: térmica y por radiación” en el marco del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) desde la perspectiva de energías renovables buscando generar, a su vez, conciencia ambiental en los jóvenes. La clase propuesta consta de cinco módulos de 60 minutos cada uno.

2.1. Módulo I: sondeo de ideas previas

Con el objetivo de indagar sobre los conocimientos previos de las y los estudiantes, la/el docente invitará a responder una serie de preguntas, recuperando la voz del estudiantado e incentivando su participación. Entre las posibles interrogantes se proponen: ¿Qué es un recurso renovable y qué ejemplos conocen? ¿Con qué palabras o expresiones pueden relacionar el término “sustentabilidad”? ¿Podrían explicar con sus palabras qué es la energía térmica?. Se propone recurrir al uso de la estrategia “lluvia de ideas” e ir registrando las respuestas en el pizarrón de la clase. Para esta actividad se destinará un tiempo estimado de 10-15 minutos. Se repartirá a cada estudiante una copia del texto presentado a continuación (Figura 1) y se realizará una lectura colaborativa en voz alta.

A nivel mundial estamos viviendo una época compleja en cuanto a la generación y al consumo de energía. Nuestro estilo de vida moderno está cambiando y va a seguir cambiando. Aumentamos día a día la necesidad de energía a nivel mundial mientras las fuentes convencionales de las cuales las obtenemos escasean e incluso algunas se agotan. También estas energías convencionales son unas de las principales fuentes de emisión de dióxido de carbono, el cual influye en el calentamiento global: se retiene más el calor y se incrementa la temperatura planetaria por su acumulación en la atmósfera. Pero aún estamos a tiempo de repensarnos y ser parte de un cambio que nos permita dar un paso hacia adelante. ¿Podremos nosotros, desde nuestra escuela, ser parte de este cambio? ¿Qué pasaría si somos las y los jóvenes quienes tomamos las riendas? Consumir lo necesario, conocer las fuentes, cuidar los recursos y generar energías limpias en el patio de nuestra escuela puede ser el puntapié inicial para traccionar, desde las escuelas de toda Argentina, un cambio profundo. El desafío es grande: debemos conocer de qué hablamos cuando hablamos de energía, cómo se produce, cómo llega hasta nuestro lugar, para qué la utilizamos y si existe una manera de hacerlo que sea más sostenible que la actual. Los invitamos a discutir, pensar y reflexionar, buscar alternativas y soluciones colectivas. ¿Estamos listos y listas para ser parte del futuro?

Adaptado de: FUNDACIÓN YPF (2018). *Proyecto 1: La energía en la escuela secundaria*. Edición preliminar.

<https://fundacionypf.org/Documents/Proyecto%201%20-%20La%20Energía%20en%20la%20Escuela%20Secundaria.pdf>

FIGURA 1. Lectura introductoria reflexiva. Adaptada de FUNDACIÓN YPF (2018). *Proyecto 1: La energía en la escuela secundaria*. Edición preliminar.

A partir de la lectura, se debatirán las preguntas presentes en el texto a modo de reflexión, buscando arribar a alternativas para reducir el consumo de energía. En este contexto, se mencionará el uso de calentadores

solares como alternativa sustentable, reflexionando con el grupo clase respecto a: ¿Qué son? ¿Cuál es su utilidad? ¿Por qué son importantes desde el punto de vista ambiental?.

Como actividad experimental se propondrá la realización de calentadores solares. Para ello, se entregará un instructivo con los materiales a emplear para su armado, los cuales las y los estudiantes deberán traer para la siguiente clase, organizándose en pequeños grupos de trabajo. A continuación, se presenta un modelo de instructivo adaptado para la construcción del calentador en la escuela (Figura 2).

Calentadores solares de agua

Materiales:

- botellas de plástico transparentes de 2 L (no rígidas)
- cajas de cartón
- tubo de PVC de 1 m de largo y 25 mm de diámetro
- conectores T de PVC
- tapones de PVC
- pintura negra
- telgopor
- pegamento/cinta adhesiva
- pinceles
- tijeras

Procedimiento:

1. Asegúrate de que las botellas estén limpias. Una vez estén enjuagadas y secas, pinta de negro uno de los lados de la botella.
2. Con cuidado, corta un orificio en la base del mismo tamaño que el pico de la botella.
3. Une las botellas, pico de una con orificio de otra, y luego introduce el tubo de PVC.
4. Conecta las distintas partes con los conectores T (por encima y por debajo) y coloca tapones en los extremos.
5. Cubre el cartón con telgopor y luego coloca el equipo por encima.
6. Llena el calentador con agua y espera a ver cómo aumenta su temperatura.

FIGURA 2. Instructivo para la construcción de calentadores solares.

Teniendo en cuenta el objetivo inicial de la propuesta y considerando lo reflexionado anteriormente, se motivará a las y los estudiantes a investigar un posible destino del calentador solar realizado, ya sea donarlo a distintas instituciones u ONGs, dejarlo en la escuela para su uso, destinarlo para uso doméstico, etc. luego de realizar todas las actividades que involucren el uso del mismo.

2.2. Módulo 2: manos a la obra: construcción de calentadores solares

El objetivo de este módulo es la realización de los calentadores solares (Figura 3). Se propondrá llevar a cabo la clase en el patio de la escuela, para lograr una mayor comodidad a la hora de trabajar y así evitar desorden dentro del aula. En un primer momento, se explicarán los pasos a seguir para el armado del calentador solar a pequeña escala, atendiendo las dudas de las y los estudiantes y acompañando el desarrollo experimental. Durante la explicación y el armado de los calentadores solares, se realizarán distintas interrogantes que inviten a las y los estudiantes a justificar la utilización de los materiales empleados, como por ejemplo: ¿Por qué se utilizan botellas plásticas? ¿Por qué se pintan de negro sólo del lado de abajo? ¿Por qué se coloca telgopor debajo de las botellas? ¿Por qué se usan tubos de PVC?. Pensando en una futura producción que deberán realizar las y los estudiantes, se les pedirá fotografiar el proceso de armado del calentador. La estructura final del calentador podrá verse modificada de acuerdo al uso para el cual se destinará.

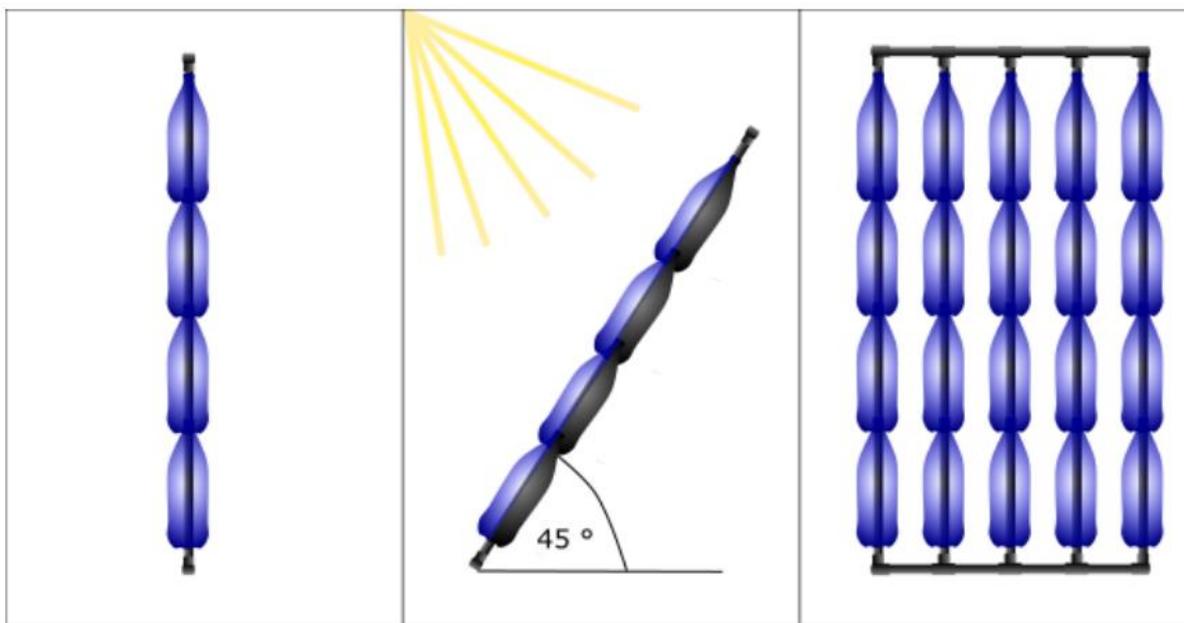


FIGURA 3. Se representa de izquierda a derecha: el calentador construido por cada grupo de estudiantes, la disposición en la cual debe ser utilizado y el esquema del calentador a mayor escala obtenido tras la unión del calentador construido por cada grupo.

2.3. Módulo 3: cálculos y puesta en funcionamiento de los calentadores solares

En el comienzo de la clase, se llenarán los calentadores solares con agua (el volumen de agua introducido en los tubos, debe ser previamente medido) y se le preguntará al grupo clase cómo comprobar su funcionamiento. Se espera que las y los estudiantes arriben a la idea de medir la temperatura del agua. Se medirá su temperatura utilizando un termómetro provisto por la/el docente y se dejarán algunos calentadores en un lugar estratégico donde incidan los rayos solares y otros dentro del aula, hasta finalizar la clase. Al momento de planificar la actividad de este módulo se deberá tomar en consideración los factores climáticos que puedan influir en los resultados, de manera que el cambio de temperatura en el agua de los calentadores dejados en el exterior sea marcadamente mayor al de los que se encuentran en el interior del aula. Posteriormente, para introducir los nuevos conceptos, se presentarán las siguientes preguntas: ¿Es lo mismo decir calor que temperatura? ¿Qué indica cada uno de estos términos? ¿En qué unidades se expresa cada uno?. Se guiará a las y los estudiantes hasta llegar a un consenso en las respuestas. La definición y relación de los conceptos quedarán registradas en el pizarrón y en sus carpetas. Para continuar con los temas vistos e introducir al alumnado a las primeras relaciones cuantitativas, se presentará la ecuación fundamental de la calorimetría (Figura 4), que vincula los efectos del calor sobre los objetos. La misma quedará plasmada en el pizarrón. Se definirá cada una de las variables que intervienen en la ecuación anterior y las unidades en que se expresan.

Ecuación fundamental de la calorimetría

$$Q = m c_p \Delta T$$

Q = Cantidad de calor. Se expresa en J

m = Masa del cuerpo o sustancia. Se expresa en g.

c_p = Calor específico del cuerpo o sustancia. Es la capacidad calorífica de 1 g de una sustancia. Se expresa en J/g°C o J/gK.

ΔT = T_f - T_i = Diferencia de temperatura. Se expresa en °C o K.

C = m x c_p = Capacidad calorífica. Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un objeto en 1 K (o 1°C)
Se expresa en J/°C o J/K.

FIGURA 4. Ecuación fundamental de la calorimetría, variables y unidades (Brown, 2004).

Para contextualizar la aplicabilidad de los conceptos trabajados, se plantearán las siguientes interrogantes: ¿Cómo esperan que sea la temperatura del agua en el calentador que está en el patio respecto a su temperatura inicial? ¿Y en el calentador que está dentro del aula?

Para corroborar lo deducido anteriormente, se procederá a registrar la temperatura inicial y final en ambos casos. A continuación, se les indicará el enunciado que deberán resolver para la siguiente clase:

Con los datos obtenidos en cada caso (calentador expuesto al sol y calentador ubicado en el aula), considerando que el calor específico del agua es $4,1813 \text{ J/(g}\cdot\text{°C)}$ y el volumen de agua en el calentador corresponde a ... L (densidad del agua = 1 g/mL), utilizar la ecuación matemática para hallar los valores de la cantidad de calor (Q) recibida por la botella con agua. En base a los resultados, ¿cómo el cambio de temperatura influye en el valor del calor recibido (Q)?

Investiga de qué manera se producen los intercambios de energía y cuál/es aplican en el proceso del calentador solar.

2.4. Módulo 4: difusión de lo trabajado y puesta en común de los resultados

Se realizará una puesta en común de la actividad propuesta la clase anterior. Se hará hincapié en la interpretación física de los resultados (signo y magnitud de la cantidad de calor Q , ΔT).

Una vez finalizada la puesta en común, se propondrá la realización de una actividad grupal en la que deberán elaborar una infografía. A cada grupo se le asignará un eje sobre el cual orientar la producción de la infografía, algunos ejemplos se expresan a continuación: Energía renovable e intercambios de energía involucrados, tutorial de construcción del calentador solar, impacto ambiental de la propuesta realizada, análisis de materiales reciclables apropiados para la construcción del dispositivo, usos para los que está destinado y noticias en donde se demuestra su utilidad. Se propone hacer uso de material visual con temáticas similares que pueda actuar como soporte para facilitar la realización de la infografía (tutoriales, modelos, entre otros).

Cada una de las infografías realizadas por los distintos grupos formará parte de un Padlet (herramienta online que permite crear murales colaborativos) en donde las y los estudiantes podrán opinar sobre las producciones de sus compañeros y compañeras aportando sugerencias o destacando aspectos positivos de las mismas. La finalidad del Padlet es brindar información acerca de la temática trabajada, permitir el intercambio entre pares y que además pueda ser utilizado como material educativo para los miembros de la comunidad educativa y la sociedad en general. Para esto último, se desarrollará un código QR que dé acceso al mismo. Una vez presentada la propuesta y designados los ejes a cada grupo, los mismos comenzarán a bosquejar sus ideas. En este momento el/la docente actuará como guía en la realización de las producciones.

2.5. Módulo 5: acción sinérgica

Este módulo se destinará a la socialización de las producciones realizadas por los distintos grupos, realizando un comentario que refleje las decisiones tomadas en el grupo a la hora de confeccionar la infografía. Esta actividad formará parte de la evaluación de los objetivos propuestos para esta secuencia didáctica. Para que el proceso evaluativo recupere la voz de todos y todas, se propondrá el empleo de una rúbrica con la cual el/la docente evaluará el desempeño, compromiso y demás criterios que considere relevantes y, a su vez, cada grupo podrá utilizar la misma rúbrica para autoevaluarse. Los comentarios expresados en el Padlet formarán parte de un proceso de coevaluación entre pares.

3. REFLEXIONES FINALES

A partir del trabajo propuesto se espera que las y los estudiantes puedan desarrollar habilidades vinculadas a la comunicación, al trabajo colaborativo, a la utilización de vocabulario científico y tecnologías de la información y la comunicación (TICs), a la búsqueda y selección de material bibliográfico. Al mismo tiempo, apunta a promover la formación de ciudadanos y ciudadanas que sean capaces de actuar activa y conscientemente ante las cuestiones sociales y ambientales que atraviesan su cotidianidad.

Es necesario aclarar que la propuesta no fue puesta en práctica, sin embargo, recibió una valoración muy positiva tanto por parte de las docentes de la cátedra como de las y los estudiantes de grado y posgrado que cursaban la materia. Las coevaluaciones realizadas nos permitieron evidenciar fortalezas y cuestiones a mejorar en la secuencia didáctica, las cuales fueron puestas en consideración en esta presentación. Respecto a nuestra valoración personal, la realización de este trabajo nos permitió desarrollar una propuesta

que evidencia el alcance que puede llegar a tener el enfoque CTSA dentro del aula, convirtiéndonos a los y las estudiantes en agentes multiplicadores de saberes. Por otra parte, el trabajo grupal colaborativo resultó muy enriquecedor dado que cada una, desde su lugar y de acuerdo a su formación (Prof. y Lic. en Química), logró presentar diferentes perspectivas, invitando al debate y a la reflexión, las cuales quedaron reflejadas en la presente secuencia didáctica.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Gabinete de Didáctica del Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur, en especial a la asignatura Didáctica Especial de la Disciplina Química por la iniciativa de realizar esta propuesta didáctica que contribuyó positivamente a nuestra formación académica. Asimismo, agradecemos al Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur, al PGI- UNS 24/Q113 y al PGI-UNS 24/Q124 la financiación otorgada para asistir a las JEQUSSST 2022.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Díaz, J. A. (2004) Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 1(1), 3-16.
- Borges Fernandes M.I., Pires D., Delgado-Iglesias J. (2017). ¿Qué mejoras se han alcanzado respecto a la Educación Científica desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente en el nuevo Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Primaria en España? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1101.
- Brown T. L. Lemay H. E. Bursten B. E. Budge J. R. (2004). *Química: La ciencia central*. Pearson Educación.
- FUNDACIÓN YPF (2018). *Proyecto 1: La energía en la escuela secundaria*. Edición preliminar. Recuperado de: <https://fundacionypf.org/Documents/Proyecto%201%20-20La%20Energia%20en%20la%20Escuela%20Secundaria.pdf>
- Guerrero Márquez I., García Carmona A. (2020). La energía y su impacto socioambiental en la prensa digital: temáticas y potencialidades didácticas para una educación CTS. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(3), 3301.
- Naciones Unidas. (2015). 17 objetivos para transformar nuestro mundo. Consultado el 7 de septiembre de 2022 en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

ACTIVIDADES EXPERIMENTALES MEDIADAS POR TIC PARA LA ENSEÑANZA DE TÉCNICAS DE LABORATORIO EN LA ESCUELA MEDIA

Juan Manuel Rudi¹, Paula Gatti¹, María Silvina Reyes², Daniel Larpin¹, María Carolina Rey¹,
Mara Batistela¹, Pablo Spontón³

¹Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

²Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

³Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

jmrudi@fcb.unl.edu.ar , pigatti@fcb.unl.edu.ar

Resumen

El presente trabajo propone el aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramientas útiles para la comunicación de técnicas de laboratorio de Química, aplicables a la modalidad Ciencias Naturales de la escuela secundaria. La actividad consistió en el diseño de un dossier compuesto de diferentes cartillas que, de manera individual, proponen el abordaje de actividades experimentales para el nivel. Cada una de las técnicas de laboratorio se identifica a través de una imagen ilustrativa y de un código QR, mediante el cual se accede a los fundamentos teóricoprácticos, desarrollados en una página web diseñada especialmente para este proyecto. Los destinatarios de esta propuesta son docentes que se desempeñan en escuelas secundarias santafesinas con orientación Ciencias Naturales. Las instituciones reciben un equipo de materiales de laboratorio con lo que los y las docentes pueden practicar en un espacio modesto las técnicas abordadas en las cartillas del dossier. La temática propuesta contribuye a fortalecer el trabajo metodológico sugerido por el Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe, en su Diseño Curricular de Educación Secundaria Orientada para la enseñanza de la Química en la Escuela Media.

Palabras clave: TIC; Química; Actividades experimentales; Técnicas de laboratorio; Escuela Media Orientada.

Abstract

This paper proposes the use of Information and Communication Technologies (ICT) as Useful tools for the communication of chemistry laboratory techniques, applying to the Natural Sciences modality from high school. The activity consisted in the design of a dossier made up of different primers that, in an individual, proposes the approach of experimental activities for the level. Each of the laboratory techniques is identified through an illustrative image and a QR code, through which the theoretical-practical fundamentals are accessed, developed on a web page specially designed for this project. The recipients of this proposal are teachers who work in Santa Fe secondary schools with a Natural Sciences orientation. The institutions receive a set of laboratory materials with which the teachers can practice the techniques discussed in the dossier's primers in a modest space. The thematic proposal contributes to strengthen the methodological work suggested by the Ministry of Education of the Province of Santa Fe, in its Curricular Design of Secondary Education Oriented for the teaching of Chemistry in Middle School.

Keywords: ICT; Chemistry; Experimental activities; Laboratory techniques; Oriented Middle School.

1. INTRODUCCIÓN

El impacto que muchos contenidos relacionados a la ciencia y a la tecnología tienen en la sociedad es cada vez mayor, y es por esto que la totalidad de la ciudadanía debe contar con el derecho de acceder al conocimiento científico para poder explicar y comprender el mundo de una manera adecuada. Es muy importante contribuir a la estimulación del pensamiento crítico en el alumnado, conociendo la importancia que tiene el mismo para el desarrollo de competencias básicas en ciencia y tecnología, además de ser considerado como una de las grandes finalidades de la *alfabetización científica y tecnológica* (Blanco López et al., 2017), entendiendo a esta última

como una cualidad que pretende promover la formación de una ciudadanía crítica y responsable, capaz de tomar decisiones apropiadas en relación a numerosas cuestiones que inciden en nuestra sociedad actual, cada vez más impregnada en ciencia y tecnología (Acevedo Díaz, 2004; Porro y Roncaglia, 2016). Es por esto que la misma se ha convertido en un factor esencial para el desarrollo de una comunidad, y debe exigirse a las políticas educativas la implementación urgente de acciones que permitan estimular el desarrollo de este tipo de conocimiento (Maiztegui et al., 2002). La política educativa de la Provincia de Santa Fe tiene entre sus pilares la inclusión socioeducativa, la escuela como institución social y la calidad educativa, por tanto debe garantizar la formación en conocimientos y valores de los actores en el sistema educativo obligatorio, para asegurar una mejor comprensión, evaluación y supervisión de las implicancias sociales de los factores científico-tecnológicos. Considerando las características y demandas actuales de los y las estudiantes de la escuela media, y conociendo las competencias exigidas a egresados y egresadas por el Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe en su Diseño Curricular de Educación Secundaria Orientada, debemos ser creativos a la hora de pensar estrategias que posibiliten la apropiación de los conocimientos científicos, articulando la forma en que se producen y los procesos que permiten su aprendizaje. En concordancia con el pensamiento de Ramos Mejía (2020), si como docentes no logramos que nuestros estudiantes logren conectar con un determinado conocimiento, probablemente éste sea olvidado fácilmente, al no poder encontrar una conexión con la realidad o con algún tema que sea de su interés. Es allí donde las *Tecnologías de la Información y la Comunicación* (TIC) juegan un papel preponderante, ya que hemos sido testigos en los últimos años del impacto favorable de las mismas en el ámbito educativo, facilitando los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

El creciente uso de las TIC en Educación se fundamenta en que pueden ser utilizadas para la elaboración de una amplia gama de materiales didácticos, estimulando el desarrollo de habilidades al favorecer el pensamiento crítico y reflexivo a medida que el alumnado interactúa con ellas (Hernández et al., 2014). Conforman un conjunto de recursos didácticos, que pueden presentarse de diferentes maneras y con diversos enfoques, pero de ninguna manera constituyen un modelo educativo (Valverde Crespo et al., 2017). Esto es importante aclararlo porque existe la creencia de que las TIC per se, son capaces de mejorar la calidad educativa, cuando en realidad, para poder alcanzar su verdadera utilidad, deben estar enmarcadas en una planificación adecuada de los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Concari, 2014).

Siendo conscientes de esta realidad, el presente trabajo plantea la utilización de las TIC como herramientas útiles para el aprendizaje de técnicas experimentales propias del laboratorio de Química, enfocadas para la modalidad Ciencias Naturales en el nivel secundario. Los *laboratorios híbridos*, que han adquirido una importancia relevante en el transcurso de la enseñanza remota de emergencia establecida como consecuencia de la pandemia de COVID-19, constituyen un conjunto de recursos y estrategias que favorece una mejor comprensión de conceptos, procedimientos y actitudes relacionados al trabajo de laboratorio (Idoyaga et al., 2020) y que actúan de manera sinérgica en la realización de *actividades experimentales*, definidas por Reverdito y Lorenzo (2007) como aquellas acciones que son planificadas didácticamente y que permiten, mediante la obtención de un resultado desconocido pero respaldado por una teoría científica, que el estudiantado aprenda un contenido seleccionado de manera intencional. Las técnicas seleccionadas en este trabajo pretenden ser útiles para aislar, caracterizar, separar, cuantificar e identificar sustancias orgánicas presentes en muestras sencillas que los y las estudiantes pueden fácilmente obtener del medio en que viven y se desenvuelven. Estamos convencidos de que enseñar a pensar científicamente posibilita acceder al estudiantado a modos de razonamiento basados en la evidencia. Esto permite flexibilidad en el pensamiento y fundamentalmente promueve en ellos el deseo y la curiosidad para seguir aprendiendo.

2. OBJETIVOS

El presente trabajo persigue los siguientes objetivos:

- Diseñar un dossier en el que se presente una colección de técnicas generales del laboratorio químico, aplicables a las Ciencias Naturales, que se encuentra anclado a una plataforma de contenidos digitales relacionados a la propuesta, y a la cual puede accederse mediante el uso de códigos QR.

- Promover el empleo de técnicas de laboratorio para estudiar fenómenos de la vida cotidiana.
- Acompañar a los y a las docentes en la familiarización en el empleo de TIC para la comunicación de contenidos curriculares de las Ciencias Naturales.
- Facilitar el desarrollo del pensamiento científico en estudiantes de escuelas de Enseñanza Media que presenten una orientación en Ciencias Naturales.

3. METODOLOGÍA

En una primera etapa del proyecto, se diseñó un dossier en el que se describen diferentes técnicas experimentales propias de la Química, pero enfocadas al estudio de temáticas de las Ciencias Biológicas. En un segundo momento, se montaron los sets de trabajo que cuentan con equipamiento de laboratorio necesario para la realización de los experimentos que se proponen para cada una de las técnicas seleccionadas. Para corroborar la factibilidad de realización y ajustar detalles operativos, las diferentes técnicas fueron puestas a punto en el laboratorio de trabajo, aunque en una escala de complejidad que dista mucho de las condiciones de un laboratorio de mediana complejidad, por cuanto deberían adaptarse a una infraestructura elemental (a veces inexistente), como la de algunas de las instituciones educativas participantes del proyecto. Finalmente, se elaboraron protocolos de trabajo para cada una de las prácticas y se redactaron los contenidos del blog educativo que forma parte de esta propuesta. Se tuvo en cuenta bibliografía de referencia o especializada en las áreas específicas, y esto permitió construir un breve marco teórico-experimental al que acceden las personas usuarias del blog para interiorizarse de los fundamentos, sus aplicaciones y alcances. Estos contenidos constituyen el principal insumo comunicacional de este proyecto.

En instancias posteriores, se trabajó en conjunto con el diseñador gráfico y desarrollador web. En primer lugar, se acordaron las características generales del diseño de la página web, fundamentalmente en lo que se refiere a las secciones y a los modos de presentar la información. También se evaluaron diferentes propuestas para el diseño del logo del proyecto, que identificará todos los materiales que formen parte de este trabajo, y para el formato de cada una de las cartillas, que muestran una imagen que remite a cada técnica y se asocian a los códigos QR. Éstos pueden ser escaneados mediante el empleo de un teléfono celular, y así acceder a la descripción de la técnica seleccionada, que se encuentra almacenada en la página web antes mencionada. Los destinatarios directos de esta propuesta son profesores y profesoras de escuelas de nivel medio de la ciudad de Santa Fe, que dictan asignaturas de la modalidad Ciencias Naturales y desean sumar una herramienta tecnológica muy actual como otro recurso para enseñar ciencia y, a la vez, mostrar a sus estudiantes otra forma de acceso a la información científica. El profesorado de estas instituciones es un actor fundamental para la implementación de este trabajo. El alumnado, por su parte, es el destinatario final de la propuesta, pues, a través de ella, podrá acceder al conocimiento de técnicas experimentales de un laboratorio químico. Los y las estudiantes tendrán acceso a los contenidos propuestos, en sus versiones extendidas, sólo con utilizar el lector de código QR de sus teléfonos celulares propios o de aquellos pertenecientes al profesorado. La aplicación para la lectura de los códigos QR puede descargarse de manera gratuita desde cualquier plataforma de aplicaciones para teléfonos celulares.

Los establecimientos educativos participantes recibieron gratuitamente los dossiers y el equipamiento de laboratorio, y contarán a futuro con el personal docente entrenado para la realización de las actividades experimentales. Se han previsto jornadas de formación docente para adquirir destrezas en el armado de los dispositivos y su puesta en funcionamiento, para acceder a la información e interpretar los datos recabados en cada práctica, y para la manipulación segura del material.

La capacitación se realizará mediante una serie de encuentros acordados con los y las docentes de manera de dosificar las actividades: presentar el equipo de trabajo, explicitar la propuesta, describir el material disponible, siempre estableciendo el necesario contacto personal, tan demandado por los educadores a la hora de iniciar un recorrido en el que se aprende enseñando. Asimismo, se explicará el funcionamiento de los códigos QR y la organización de la página web, de manera de promoverlos como recursos realizables, propiciando la oportunidad de diálogo para encontrarse con los contenidos y adecuarlos en función de las realidades institucionales, destacando la importancia de la tecnología digital para comunicar ciencia. Se prevé ofrecer a los

y las docentes participantes material complementario tales como lecturas disparadoras, actividades grupales y tareas para reforzar el trabajo áulico, constituyéndose así en sustrato para trabajar los contenidos presentados a los y las estudiantes destinatarios de esta propuesta.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

Las técnicas de laboratorio aquí seleccionadas usualmente aparecen entre las actividades que se proponen en un curso básico de Química, pero en esta oportunidad planteadas desde una mirada más próxima a las Ciencias Biológicas, por cuanto el punto de partida lo constituyen muestras materiales provenientes de ese campo. Las experiencias propuestas son: hidrodestilación de especies aromáticas, recristalización de la aspirina presente en comprimidos, sublimación de cafeína a partir de té, extracción de pigmentos de fuentes vegetales y cromatografía en papel de pigmentos vegetales. Si bien se consideraron algunas otras alternativas igualmente interesantes, se optó por avanzar con las listadas anteriormente, debido a que se manipulan materiales y reactivos de escasa peligrosidad, tanto para el profesorado como para el alumnado involucrados en la práctica. La página web diseñada explica brevemente la finalidad del proyecto, presentando diferentes secciones que describen las técnicas experimentales abordadas. Sumado a esto, es posible encontrar otros apartados: preguntas frecuentes y sus respectivas respuestas, que intentan responder posibles inquietudes de las personas usuarias; información de los integrantes del equipo de trabajo, y un formulario de contacto para responder posibles consultas. Por otra parte, cada cartilla contiene el nombre de la técnica de laboratorio que se vincula, una imagen ilustrativa que representa un material de la vida cotidiana asociado con ella y un código QR. En la Figura 1 se pueden observar algunas capturas de pantalla de la página web, como así también imágenes de las cartillas y de los sets de material de laboratorio, listos para entregar a las instituciones educativas.

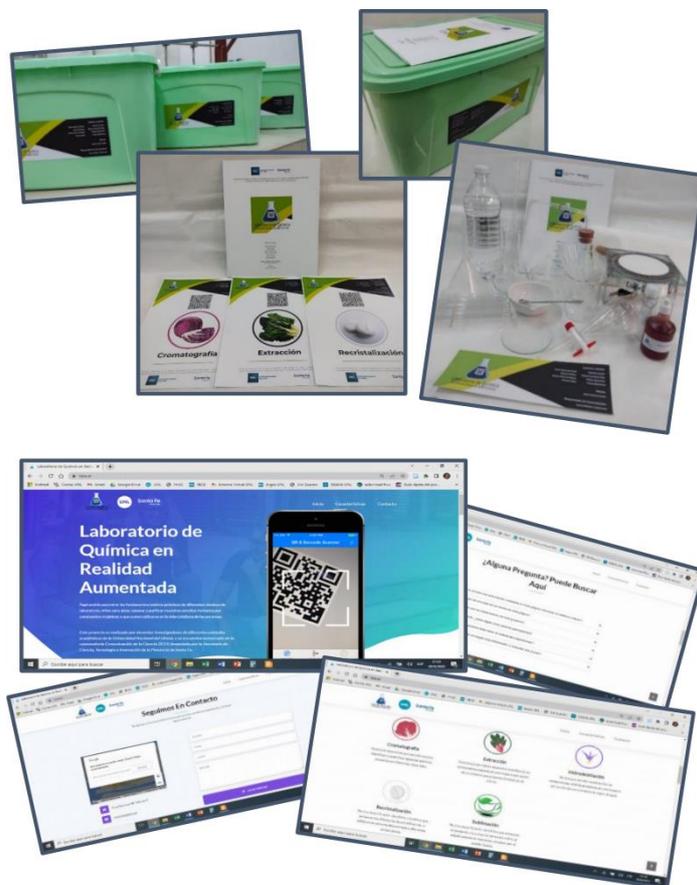


FIGURA 1. Imágenes ilustrativas de las cartillas y capturas de pantalla de la página web del proyecto.

El material elaborado fue entregado en cuatro instituciones educativas de diferentes barrios de la ciudad de Santa Fe: Escuela de Enseñanza Media N° 382 "Santa Fe de la Vera Cruz", Escuela N° 3190 "Bachillerato Popular La Vuelta del Paraguayo", Escuela de Educación Secundaria Orientada N° 442 "Juana del Pino de Rivadavia" y Escuela Particular Incorporada N° 1010 "Sagrado Corazón de Jesús" (Figura 2). Es importante destacar que las dos primeras escuelas citadas no cuentan con laboratorio ni recursos para realizar actividades experimentales de ningún tipo, por lo que esta propuesta permitirá a futuro que los alumnos y las alumnas tengan un primer acercamiento con el trabajo experimental. Todas las instituciones educativas con las cuales se estableció contacto se mostraron entusiasmadas por la inclusión en el proyecto. Las devoluciones positivas y la respuesta favorable tras un primer acercamiento, en un marco de respeto mutuo y compromiso con la educación en Ciencias, generó un sentimiento de satisfacción movilizador de futuros proyectos. Hasta el momento, no se recibieron propuestas de mejora por parte del plantel docente convocado, por lo que se infiere que las actividades presentadas satisfacen las expectativas de las comunidades educativas.



FIGURA 2. Entrega a las instituciones educativas de los materiales producidos en el proyecto.

5. CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se pretende motivar al profesorado y al alumnado, potenciando el uso de una herramienta tecnológica sencilla para acceder al conocimiento científico. La intención es aportar a los y las docentes una herramienta útil para comunicar contenidos de índole científico-experimental mediante un recorrido distinto de los tradicionales, haciendo uso de lo que actualmente conocemos como *aprendizaje móvil*. Se trata de facilitar la apropiación de una tecnología que, a priori, podría presentarse como inalcanzable o compleja, pero que resulta muy práctica como forma de acceder al conocimiento científico y estimular la competencia digital.

Es la intención del equipo estimular la curiosidad de los y las estudiantes por la Ciencia a través de prácticas realizables aún sin un laboratorio químico escolar, y aplicarlas al estudio de las Ciencias Naturales apelando a situaciones de su vida cotidiana. El uso de herramientas informáticas en una población que ha crecido junto a la tecnología puede ser un recurso valioso para estimular el pensamiento científico y promover su aprendizaje autónomo. El trabajo conjunto con los y las docentes participantes es una de las principales tareas de este equipo de trabajo, ya que se intenta contribuir a la sólida formación de quienes serán los principales responsables de la puesta en marcha de las acciones de alfabetización científica. Se pretende movilizar y potenciar las competencias docentes mediante el aporte de estrategias innovadoras de enseñanza.

La pandemia de COVID-19, que afectó el normal desarrollo de las actividades durante gran parte del año 2021 debido a las restricciones impuestas por las autoridades sanitarias, retrasó los plazos que originalmente fueron pautados con las instituciones educativas, por lo que hasta el momento no pudieron realizarse los sucesivos talleres que permitirán entrenar al profesorado en la realización de las prácticas de laboratorio propuestas. Por último, es importante destacar el impacto social que tuvo este proyecto, especialmente en las instituciones educativas ubicadas en zonas periféricas de la ciudad de Santa Fe. Dichas escuelas, con orientación en Ciencias Naturales, no disponen de laboratorios adecuados y correctamente equipados para el desarrollo de clases experimentales relacionadas con la Química. Esta realidad determina que muchos contenidos establecidos en los Diseños Curriculares no puedan ser desarrollados de manera adecuada y completa, o directamente no sean abordados, afectando la educación en Ciencias de los estudiantes. La falta de recursos para el desarrollo de actividades experimentales, es un síntoma de exclusión educativa, que no se apoya tanto en una cuestión presupuestaria sino más bien en una vieja convicción que prioriza a la Matemática y a la Lengua por sobre las demás disciplinas, de manera que la presente propuesta contribuye a paliar esa deuda hasta tanto pueda ser saldada. Este proyecto busca aportar un soporte de pequeña escala, con el fin de acercar el conocimiento científico y tecnológico en pos de esa inclusión educativa tan necesaria, pilar fundamental de la política formativa de la provincia de Santa Fe.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo pudo realizarse gracias al financiamiento otorgado por el Ministerio de Producción, Ciencia y Tecnología de la Provincia de Santa Fe, en el marco de la Convocatoria *Comunicación de la Ciencia 2019*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3968>
- Blanco López, A., España Ramos, E. y Franco-Mariscal, A. J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice, Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004>
- Concari, S. B. (2014). Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos? *Latin American journal of Physics education*, 8(3), 494-503. http://www.lajpe.org/sep14/13_LAJPE_899_Sonia_Concari.pdf
- Hernández, M. R., Rodríguez, V. M, Parra, F. J. y Velázquez, P. (2014). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la enseñanza-aprendizaje de la Química Orgánica a través de imágenes, juegos y videos. *Formación universitaria*, 7(1), 31-40. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062014000100005>
- Idoyaga, I. J., Vargas Badilla, L., Moya, C. N., Montero Miranda, E. y Garro Mora, A. L. (2020). El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo universitario*, 1(2), 4-26. <https://campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/17>
- Maiztegui, A., Acevedo Díaz, J. A., Caamaño, A., Cachapuz, A., Cañal, P., Carvalho, A. M. P., Del Carmen, L., Dumas Carré, A., Garritz, A., Gil, D., González, E., Gras-Martí, A., Guisasaola, J., López-Cerezo, J. A., Macedo, B., Martínez-Torregrosa, J., Moreno, A., Praia, J., Rueda, C., Tricárico, H., Valdés, P. y Vilches, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista iberoamericana de Educación*,



(28), 129-155. <https://doi.org/10.35362/rie280962>

Porro, S. y Roncaglia, D. I. (2016). La educación CTS en la formación de docentes y otras profesiones. *Indagatio Didactica*, 8(1), 61-73. <https://doi.org/10.34624/id.v8i1.3094>

Ramos Mejía, A. (2020). ¿Cómo se puede usar el celular como pretexto para enseñar la tabla periódica? *Educación Química*, 31(1), 49-61. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.70399>

Reverdito, A. M. y Lorenzo, M. G. (2007). Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la Química. *Educación en la Química*, 13(2), 108-121

Valverde Crespo, D., González Sánchez, J. y de Pro Bueno, A. (2017). ¿Qué sub-competencias digitales muestran unos alumnos de 4o de Educación Secundaria Obligatoria ante una animación sobre una reacción química a nivel microscópico? *Ápice, Revista de Educación Científica*, 1(1), 40-57. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2009>



DESARROLLO Y ANÁLISIS DE UN LABORATORIO VIRTUAL SOBRE CALORIMETRÍA ANIMAL

Elizabeth Robello, Paula Denise Prince, Ezequiel José Hid, Juana Inés Mosse,
Mailén Aluminé Masetelle Espósito, Mónica Galleano

Cátedra de Físicoquímica, Facultad de Farmacia y Bioquímica,
Universidad de Buenos Aires, Argentina
erobello@ffyb.uba.ar

Resumen

En la actualidad el uso de animales de laboratorio se encuentra altamente regulado por comités de ética en la UBA. Cada una de sus facultades cuenta con reglamentos tendientes a evitar o minimizar el sufrimiento de estos animales durante la investigación y la docencia. Bajo esta premisa, se desarrolló un laboratorio virtual y asincrónico en el contexto de una maestría binacional. Los objetivos principales fueron desarrollar una propuesta virtual sobre calorimetría animal que promoviera aprendizajes situados, entrenar a los alumnos en ciertas habilidades procedimentales necesarias para la ejecución del trabajo práctico mencionado y analizar los aprendizajes realizados. Para su desarrollo se recurrió al uso de i) un video explicativo sobre cómo se realizaba esta práctica de manera presencial, ii) una imagen 3D representando elementos del laboratorio presencial y iii) una simulación interactiva para la ejecución del trabajo práctico en cuestión. Asimismo, se brindó material escrito y videos tutoriales (bajo la forma de micro contenidos) para guiar a los alumnos. Del análisis de los informes se desprende que la propuesta fue sumamente positiva para lograr los objetivos planteados, permitiendo generar diferentes propuestas de mejora para lograr un mejor andamiaje de los contenidos a enseñar.

Palabras clave: calorimetría animal; simulaciones; laboratorio remoto; cuidado de animales; actividades asincrónicas

Abstract

Currently, the use of laboratory animals is highly regulated by ethics committees at the UBA. Each of its faculties has regulations aimed at avoiding or minimizing the suffering of these animals during research and teaching. Under this premise, a virtual and asynchronous laboratory was launched in the context of a binational master's degree. The main objectives were to develop a virtual proposal on animal calorimetry that would promote situated learning, train students in certain procedural skills necessary for the execution of the aforementioned practical work, and analyze the learning carried out. For its development, the use of i) an explanatory video was used on how this practice was carried out in person, ii) a 3D image representing elements of the face-to-face laboratory and iii) an interactive simulation for the execution of the practical work in question. Likewise, written material and video tutorials (in the form of micro contents) were provided to guide the students. From the analysis of the reports, it emerged that the proposal was extremely positive to achieve the objectives set, being able to generate different proposals for improvement to achieve a better scaffolding of the contents to be taught.

Keywords: animal calorimetry; simulations; remote laboratory; animal Care; asynchronous activities

1. INTRODUCCIÓN

El empleo de animales de laboratorio en la enseñanza de la Química para las ciencias de la vida siempre ha sido relevante. Por un lado, permite abordar modelos complejos, que sin esta demostración *in vivo* serían únicamente un contenido teórico; y, por el otro, permite desarrollar habilidades en la manipulación de animales, que luego son necesarias para realizar investigaciones. No obstante, el correcto uso de los animales frente a los alumnos va a depender de la buena disposición de los estudiantes (Arias Mora y col., 2015) y no está garantizado ni el bienestar animal ni la seguridad del alumno. Minimizar el sufrimiento animal en investigación y docencia es una acción que recientemente ha adquirido un estatus fundamental dentro de

las universidades. De hecho, para garantizar ese uso adecuado, cada unidad académica de la UBA tiene un Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL). El CICUAL está encargado de supervisar y evaluar los protocolos que involucran animales asegurando el cumplimiento de reglamentos tendientes al cuidado y uso apropiado de animales de laboratorio, así como también brindar asesoramiento en el tema.

El Programa de Maestría Internacional en Ciencias Biomédicas es binacional y compartido entre la Universidad de Buenos Aires (Facultad de Medicina y Facultad de Farmacia y Bioquímica) y la Universidad Albert Ludwig de Friburgo, Alemania (Facultad de Medicina de Friburgo). Esta Maestría se cursa de manera presencial en ambas instituciones, pero en 2020 y 2021 ciertas actividades se ejecutaron de modo remoto por la situación de pandemia. Los alumnos de la maestría son graduados de carreras de al menos cuatro años de duración del ámbito de la salud. La edad promedio de los estudiantes es de 26 años y provienen de cualquier país del mundo. Ingresan entre 10 y 20 alumnos por año, y en particular en el año 2022 hubo 12 cursantes. Su vinculación con la tecnología es alta (usando mayormente computadoras/notebooks para participar de las actividades). Además, suelen participar en ciertas tareas a distancia, si bien la mayor parte de esta carrera es presencial como se mencionó anteriormente. Por lo cual es esencial para este grupo de estudiantes generar actividades remotas potentes que propicien aprendizajes significativos.

Uno de los módulos de la Maestría denominado Biofísica y Bioenergética contenía un trabajo práctico de calorimetría animal. El objetivo de esa práctica era determinar el calor liberado por una rata usando calorimetría directa para compararlo con el valor teórico de calor producido por el metabolismo basal de ese animal. Originalmente este trabajo práctico se realizaba utilizando ratas *Wistar* hembras que eran manipuladas por los docentes. Sin embargo, esa situación generaba ansiedad en los alumnos repercutiendo no solo en la conducta de los animales sino también en los resultados experimentales obtenidos.

Debido a esto, se delineó un trabajo práctico virtual sobre calorimetría animal. En el momento de su diseño (año 2013), el práctico propuesto incluía reemplazar la práctica presencial por dos elementos: un video demostrativo sobre cómo se ejecutaba el práctico y un documento que contenía los datos obtenidos de esa experiencia. Con esos valores los alumnos realizaban el informe y extraían sus conclusiones.

En el contexto actual, las nuevas tecnologías se han convertido en un soporte fundamental en la enseñanza (Cobo, 2016; Maggio, 2018). El uso de simulaciones interactivas en educación ha crecido notablemente ya que puede promover el aprendizaje a través de la experiencia (Lhotska y col., 2019; Mariscal y col., 2020). Con las simulaciones, al igual que con los laboratorios remotos, se pueden repetir las acciones a estudiar una y otra vez hasta lograr los aprendizajes necesarios, sin aumento de costos ni peligros de accidentes. Igualmente, se puede usar el error como herramienta de aprendizaje para fortalecer la confianza en los estudiantes sin el aumento de costos que implica el uso de equipos y de materiales descartables. A su vez, las simulaciones pueden emplearse para reducir el número de animales usados en las prácticas de laboratorio y/o para minimizar la exposición de los estudiantes a sustancias peligrosas (Doke & Dhawale, 2015; Huang y col., 2021).

Bajo todas estas premisas, en 2022 se propuso desarrollar un laboratorio remoto, virtual y asincrónico para este trabajo práctico. El objetivo principal fue lograr la enseñanza de ciertas habilidades procedimentales de modo virtual. Para ello se usó una simulación interactiva, donde se puso mucho énfasis en el uso de la interfaz por parte del alumno para controlar aspectos clave de la ejecución del práctico. A su vez, también se buscó analizar qué aprendizajes pudieron lograr los alumnos con el uso de este laboratorio virtual.

2. DESARROLLO DEL LABORATORIO VIRTUAL

En este laboratorio se emplearon diferentes recursos para propiciar el aprendizaje situado en el alumnado (Díaz-Barriga, 2003) en la práctica a ejecutar en forma virtual:

- a) Se diseñó una presentación interactiva en una herramienta en línea (*Genially*) que se embebió en el aula virtual de la materia (contenida en el campus virtual de la Facultad de Farmacia y Bioquímica). La primera diapositiva consistió en una guía visual, a modo de “hoja de ruta”, que indicaba cómo

abordar el trabajo práctico en general y los elementos a recorrer para su desarrollo, según se muestra en la Figura 1. Como puede observarse, los puntos de esta guía contenían un resumen de las actividades a ejecutar.



FIGURA 1. Imagen correspondiente a la hoja de ruta del laboratorio virtual.

- b) Con el fin de contextualizar el laboratorio virtual, la primera actividad consistía en observar el video mostrativo sobre cómo se ejecutaba este práctico en el laboratorio presencial (Figura 2).



FIGURA 2. Imagen correspondiente a la sección donde se encuentra embebido el video mostrativo del laboratorio presencial a la presentación interactiva.

- c) Se diseñó una imagen 3D representando los diferentes elementos y dispositivos usados en el laboratorio. Cabe aclarar que dicha imagen es apta para realidad aumentada, y, según el dispositivo móvil con el que cuente el alumno, podrá visualizar en el mundo real la mesada de trabajo. La idea de esta sección es lograr una mejor inmersión de los estudiantes en la práctica virtual.



FIGURA 3. Imagen correspondiente a la sección donde se encuentra embebida la imagen 3D representando los elementos y dispositivos usados en este laboratorio.

d) A continuación, se brindó acceso a la simulación interactiva y a una guía para su uso. Esta simulación fue diseñada en HTML, SCC y Javascript por docentes de la cátedra. Para lograr una mayor claridad procedimental la simulación se dividió en tres secciones: i) calibración del calorímetro, ii) preparación para la calorimetría animal y iii) calorimetría animal propiamente dicha, que se detallan a continuación.

i) Calibración del calorímetro

En esta sección se representó un calorímetro con sus componentes y dispositivos necesarios para la toma de los datos experimentales durante su calibración (Figura 4). En el práctico presencial la calibración se ejecutaba entregando una cantidad de calor determinada al sistema conectando una resistencia de valor conocido a una fuente de tensión, también de un valor conocido, por un tiempo determinado. Como puede observarse en la Figura 4, en la interfaz de la simulación se representaron los dispositivos necesarios para la ejecución del práctico: calorímetro, fuente de tensión, resistencia, varillas y termómetro. También se representaron elementos que modifican variables relevantes para el práctico, como las que modifican la constante del calorímetro: cantidad de agua en el baño del calorímetro, y cantidad de agua dentro del recipiente metálico en contacto con la resistencia de calibración.



FIGURA 4. Imagen de la interfaz gráfica de la simulación para ejecutar la calibración. En azul se muestran los controles de usuario y en verde la salida de datos.

Para ejecutar la simulación el alumno tenía que ingresar:

- el valor del voltaje de la fuente de tensión (entre 100 y 200 V),
- el valor de la resistencia (entre 100 y 200 Ω),
- la cantidad de segundos que va a estar encendida la fuente de tensión, y por ende la resistencia (entre 180 y 300 s), y
- el valor de la temperatura inicial del sistema (entre 20 y 25°C).

Puede observarse que el alumno debía elegir valores razonables (límites superior e inferior) para ciertas variables. El primer paso consistía en iniciar la agitación del sistema, para lograr la temperatura uniforme del agua del baño del calorímetro. En caso de no ejecutar este paso, el sistema enviaba una alerta indicando que no era posible ejecutar la simulación hasta realizar la acción indicada. Una vez ingresados los datos, iniciada la agitación del agua del baño del calorímetro y encendida la fuente de tensión, se iniciaba la simulación. El algoritmo interno del programa calculaba la cantidad de calor generada por el sistema (en función de los datos ingresados por el alumno) y determinaba la variación de temperatura que debía tener el calorímetro representado (cuya constante es fija y desconocida por los estudiantes). De este modo, la interfaz comenzaba a mostrar cómo variaban los valores de temperatura del agua del baño (en la pantalla del termómetro) en función del tiempo hasta lograr el aumento de temperatura necesario. A su vez, mostraba el tiempo transcurrido desde que se simula el encendido de la fuente (en la pantalla del cronómetro).

ii) Preparación del calorímetro para realizar la calorimetría animal

En esta parte de la simulación se mostraba cómo se desarma el sistema usado en la sección anterior y se preparaba para realizar la calorimetría animal (Figura 5). Durante esta simulación se representaba el retiro de la resistencia, del agua del recipiente interno del calorímetro, el secado del calorímetro, el recambio del agua del baño del calorímetro (para disminuir la temperatura del sistema) y la colocación de la rata en su interior. El valor de esta sección radicaba en mostrar al alumno que tenía que usar el mismo calorímetro (cuya constante calculaba en la sección anterior) para realizar la calorimetría animal.

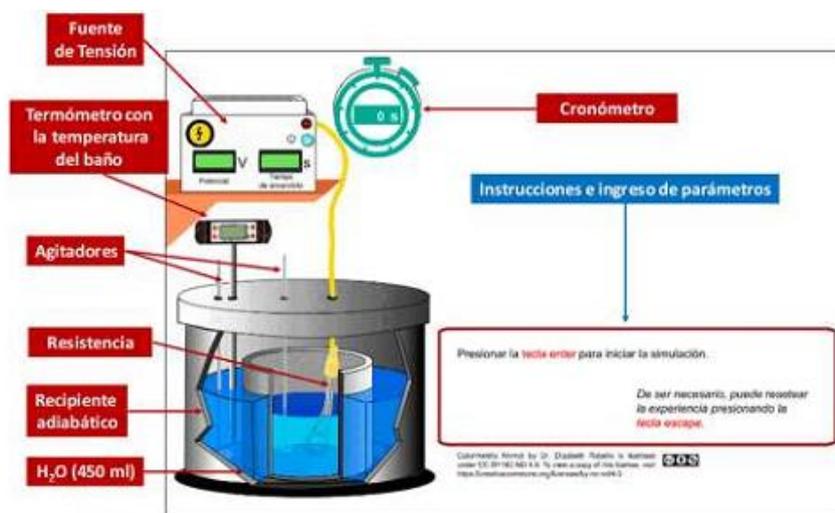


FIGURA 5. Imagen de la interfaz gráfica de la simulación usada en la calibración del práctico virtual. En azul se muestran los controles de usuario.

iii) Determinación del calor liberado por una rata

Finalmente, para ejecutar esta parte de la simulación el alumno debía ingresar:

- el valor de la temperatura inicial del sistema (entre 20 y 25°C), y
- el valor del peso del animal (entre 150 y 300 g). Al realizar esta acción, la simulación informaba las

dimensiones de la rata, en términos de su superficie corporal.

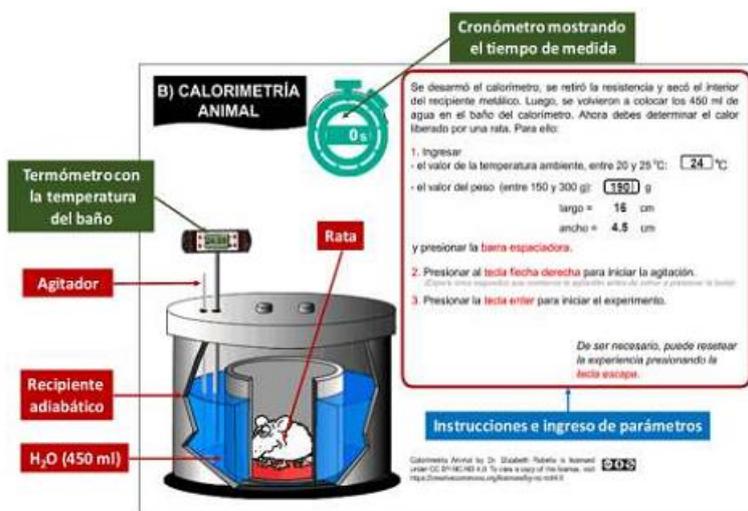


FIGURA 6. Imagen de la interfaz gráfica de la simulación para ejecutar la determinación de calor liberado por la rata. En azul se muestran los controles de usuario y en verde la salida de datos.

Una vez realizados los pasos anteriores, se iniciaba la simulación mostrando la variación de la temperatura del agua del baño en función del tiempo en que la rata permanecía en el interior del calorímetro. También se mostraba el tiempo transcurrido desde que se iniciaba la simulación (en la pantalla del cronómetro representado en la interfaz).

Finalmente, para guiar la confección del informe de laboratorio se brindó una guía escrita y videos tutoriales de corta duración (micro contenidos). Estos micro contenidos se embebieron en otra diapositiva de la misma presentación interactiva (Figura 7). Asimismo, el aula virtual donde se encontraba embebido este laboratorio poseía un foro donde los alumnos podían realizar sus consultas (ya sea al docente o a sus compañeros).

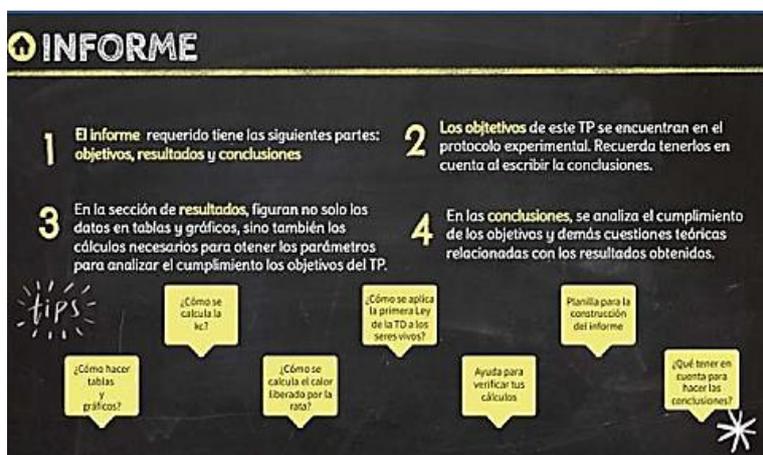


FIGURA 7. Imagen correspondiente a la sección donde se encontraban las pautas para confeccionar el informe de laboratorio.

3. RESULTADOS

En este laboratorio virtual estaban matriculados los 12 estudiantes correspondientes a los alumnos de la cohorte 2022 de la maestría. Dado que la asignatura era híbrida, 2 alumnos no llegaron a tiempo a la Argentina para cursarla y optaron por no hacer el módulo completo, del cual era parte este laboratorio virtual. El resto de

los estudiantes fueron aprobados y el 70% recibió una calificación igual o mayor a 7 (Figura 8).

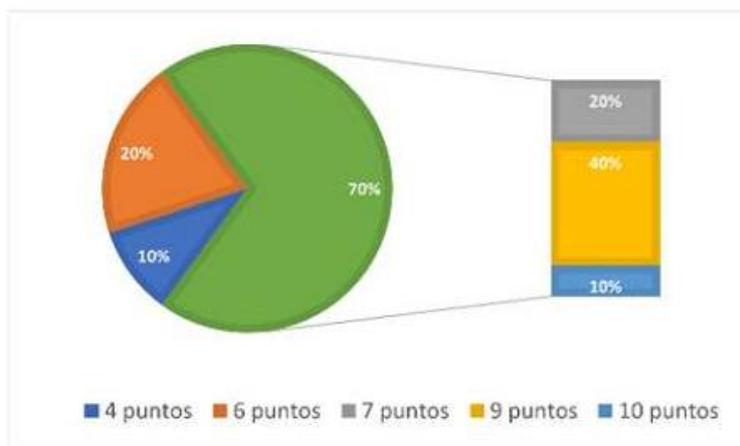


FIGURA 8. Distribución de las calificaciones de los informes correspondientes al laboratorio virtual calorimetría animal.

Para analizar la comprensión de los contenidos de esta experiencia, se revisaron las conclusiones de los informes presentados. Primero se recurrió a un análisis exploratorio mediante la creación de una nube de palabras utilizando todas las conclusiones. Esto permitió entender visualmente qué palabras eran las más importantes para los estudiantes y, a partir de esta información, comenzar el análisis sobre qué conceptos consideraron más relevantes (Figura 9). Es importante recordar que las nubes de palabras se utilizan como una visualización ubicua del lenguaje humano que proporciona una forma rápida y útil para el análisis exploratorio de datos (Coppersmith & Kelly, 2014; Herold y col., 2019).



FIGURA 9. Nube de palabras realizada con las palabras de las conclusiones de los informes de laboratorio presentados por los alumnos.

También se hizo un recuento de la frecuencia de las palabras que aparecieron en las conclusiones. En la Tabla I se muestran los primeros 10 términos más frecuentes usados en esas conclusiones. Además, se presentó su porcentaje absoluto sobre el total de palabras (calculado considerando todas las palabras dentro de las conclusiones = 1153 palabras), el porcentaje relativo (calculado usando solo estas 10 palabras de la tabla), y el porcentaje de informes donde aparecían esas 10 palabras (calculado sobre la base de 10 informes como 100%).

TABLA I. Palabras más frecuentes en las conclusiones de los informes de laboratorio presentados por los estudiantes

Posición	Palabra	Frecuencia	Porcentaje absoluto (%)	Porcentaje relativo (%)	Informes (%)
1	rata	57	4,94	19,2	100
2	calor	54	4,68	18,2	100
3	calorímetro	27	2,34	9,1	64
4	temperatura	27	2,34	9,1	73
5	metabolismo	26	2,25	8,8	82
6	liberado	25	2,17	8,4	73
7	basal	22	1,91	7,4	73
8	calcular	20	1,73	6,7	82
9	experimento	19	1,73	6,7	73
10	animal	14	1,65	6,4	73
Totales		297	26	100	---

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados mostrados indicaron un muy buen desempeño de los alumnos en la confección de los informes, tanto desde el punto de vista de la realización de los cálculos como de la elaboración de las conclusiones (Figura 8). Al analizar la frecuencia de las palabras (Tabla I) y la nube de palabras (Figura 9) pudo observarse que tanto la palabra “rata” como “calor” fueron las más frecuentes y aparecieron en el 100% de los informes analizados. No fue menor que la palabra “calorímetro” y “temperatura” aparecieron en más del 50% de los informes (64% y 73%, respectivamente). Los términos “constante del calorímetro (kc)” y “constante global del calorímetro (kt)” si bien aparecieron en el 68% y 36% de los informes respectivamente, figuraron muy abajo en su frecuencia respecto del resto de las palabras usadas en las conclusiones (datos no mostrados). Por otro lado, algunos conceptos teóricos relevantes que no figuraron entre las 10 palabras más frecuentes estuvieron asociados a los términos “catabólico” y “anabólico” (que figuraron ambos en el 27% de los informes), evidenciando una dificultad para conectarlos a la actividad de laboratorio.

En conjunto, este laboratorio virtual, sustentado en una simulación interactiva, fue sumamente útil para: i) propiciar aprendizajes procedimentales, para que el alumno sea consciente del dispositivo a utilizar y de la variable a medir, ii) permitir a los alumnos trabajar con el error-repetición en la medida en que lo necesitaron para comprender la tarea, y iii) evitar el uso de animales, eliminando su estrés, el de los estudiantes y de los docentes involucrados, en concordancia con las normas éticas actuales. Sin embargo, los resultados obtenidos sugieren que podrían agregarse elementos simulados, que pudieran manipular los estudiantes. Estos podrían estar asociados a modificaciones en la kt y en la kc, por ej. modificar diferentes elementos del calorímetro. De este modo se permitiría el reconocimiento de su relevancia en los resultados de la práctica a ejecutar. No obstante, se deberán profundizar y/o elaborar diferentes apoyos didácticos para conectar los aspectos más teóricos.

En conclusión, el desarrollo de este trabajo no solo permitió lograr los objetivos planteados sino también generar nuevas propuestas para propiciar andamiajes más efectivos de los contenidos a enseñar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Mora, F., León Mora, E., & Reyes Moreno, L. (2015). Percepción del uso de animales de laboratorio para docencia de Licenciatura en Farmacia. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 29(4), 753–762. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0.084960330376&partnerID=40&md5=49c9dd05feaca21a45d4b2d2d7f1d51c>
- Cobo, C. (2016). *La innovación pendiente. Reflexiones (y provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento*. Colección Fundación Ceibal.
- Coppersmith, G., & Kelly, E. (2014). *Dynamic wordclouds and vennclouds for exploratory data analysis*. En



Proceedings of the Workshop on Interactive Language Learning, Visualization, and Interfaces (pp. 22–29). Association for Computational Linguistics.

- Díaz-Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2), 105–117. <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>
- Doke, S. K., & Dhawale, S. C. (2015). Alternatives to animal testing: A review. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 23(3), 223–229. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jsps.2013.11.002>
- Herold, E., Pöckelmann, M., Berg, C., Ritter, J., & Hall, M. M. (2019). Stable Word- Clouds for Visualising TextChanges Over Time. En A. Doucet, A. Isaac, K. Golub, T. Aalberg, & A. Jatowt (Eds.), *Digital Libraries for Open Knowledge. Lecture Notes in Computer Science*, 11799 (pp. 224–237). Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-30760-8>
- Huang, H., Lee, Y., Hsu, Y., Liao, C., Lin, Y., & Chiu, H. (2021). Current strategies in assessment of nanotoxicity: alternatives to in vivo animal testing. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 4216–4230. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijms22084216>
- Lhotska, L., Adolf, J., & Dolezal, J. (2019). Virtual reality in research and education: a case study. 29th Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE), 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/0.1109/EAEEIE46886.2019.9000435>.
- Maggio, M. (2018). Introducción. En Paidós (Ed.), *Reinventar la clase en la Universidad* (pp. 9–28).
- Mariscal, G., Jiménez, E., Vivas-urias, M. D., Redondo-duarte, S., & Moreno-pérez, S. (2020). Virtual Reality Simulation-Based Learning. *Education in the Knowledge Society*, 21, 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.14201/eks.20809>



REFLEXIONES EN RELACIÓN A LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA INORGÁNICA: NUEVAS FORMAS DE ENSEÑAR Y APRENDER

Lucio Eisenack, Héctor Odetti

Facultad de Bioquímica – Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

leisenack@rectorado.unl.edu.ar

Resumen

La pasada emergencia sanitaria fue un momento clave en donde se integraron, de manera efectiva, herramientas digitales en los procesos de la enseñanza y de los aprendizajes. Esta enseñanza, llevó gran parte de la experiencia docente del aula física al ciberespacio planteando nuevas formas de trabajo y desafíos que tuvieron que ver con el acceso a internet, el uso del tiempo, la disponibilidad (o no) de dispositivos electrónicos y más que nada con formar docentes y estudiantes digitalmente competentes. En este trabajo, se tomará como punto de referencia para su análisis las prácticas docentes llevadas adelante por la asignatura de Química Inorgánica del Departamento de Química General e Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (FBCB-UNL) y en lo que a nuestro criterio incorpora, con aciertos e incertidumbres, en los procesos de cambio en la perspectiva de la psicología del aprendizaje.

Palabras clave: educación; química; psicología del aprendizaje; modelos híbridos; práctica docente

Abstract

The last health emergency was a key moment in which digital tools were effectively integrated in the teaching and learning processes. This teaching, took much of the teaching experience of the physical classroom to cyberspace posing new forms of work and challenges that had to do with internet access, use of time, availability (or not) of electronic devices and more than anything to train teachers and students digitally competent. In this work, the teaching practices carried out by the subject of Inorganic Chemistry subject of the Department of General and Inorganic Chemistry of the Faculty of Biochemistry and Biological Sciences of the Universidad Nacional del Litoral (FBCB-UNL) will be taken as a reference point for its analysis and in what in our opinion it incorporates, with successes and uncertainties, in the processes of change in the perspective of the psychology of learning.

Keywords: education; chemistry; Psychology of Learning; hybrid models; teaching practice

1. INTRODUCCIÓN

La llegada de la pandemia puso en crisis lo que se consideró como educación tradicional universitaria, etiquetada como 'cara a cara' – profesor-alumno y alumno-alumno – (Pardo Kuklinski, H. y Cobo, C. 2020); cuya característica principal es la de ser verticalista, ya que la transmisión de conocimiento se expresa desde el docente hacia el alumno, considerado como un mero receptor pasivo. Este modelo de baja interacción con el estudiante, se nos presenta como un modelo centrado en el docente protagonista que expone hacia sus alumnos.

Podemos reconocer entonces que la pasada emergencia sanitaria fue un momento clave en donde se integraron, de manera efectiva, herramientas digitales en los procesos de la enseñanza y de los aprendizajes. Esta enseñanza, llevó gran parte de la experiencia docente del aula física al ciberespacio planteando nuevas formas de trabajo y desafíos que tuvieron que ver con el acceso a internet, el uso del tiempo, la disponibilidad (o no) de dispositivos electrónicos y más que nada con formar docentes y estudiantes digitalmente competentes. En este trabajo, se tomará como punto de referencia para su análisis las propias prácticas docentes llevadas adelante por la asignatura Química Inorgánica del Departamento de Química General e Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (FBCB-UNL) y en lo que a nuestro

criterio incorpora, con aciertos e incertidumbres, en los procesos de cambio en la perspectiva de la psicología del aprendizaje.

Las experiencias llevadas adelante en la asignatura Química Inorgánica (QI) se desarrollan en el primer año de las carreras de dicha unidad académica y se organiza desde tres espacios bien definidos: teoría, resolución de ejercicios y problemas y desarrollo de actividades prácticas de laboratorio. Dichos espacios debieron de ser repensados y reinterpretados para su desarrollo, sobre todo la actividad de laboratorio que fue la que presentó mayores cambios.

Actualmente la presentación del contenido de QI se realiza mediante la plataforma Moodle en el ambiente virtual de la FCB-UNL. Los espacios para la interacción pedagógica se reestructuraron en distintos momentos a fin de ofrecer una propuesta tutelada por el cuerpo docente. Estos momentos son:

- ❖ **APORTES TEORICOS:** Presentan una aproximación al tema mediante el abordaje de videos intervenidos a través tecnología H5P a los fines de ofrecer una guía de preguntas que orden sobre los aspectos
- ❖ **teóricos necesarios para conocer sobre el tema desarrollado.** Las devoluciones de las guías incrustadas en los videos cuentan además con una orientación al material bibliográfico de la cátedra.
- CONSULTA DE TEORÍA:** Son espacios de videoconferencia donde los estudiantes pueden acudir para un encuentro sincrónico con los docentes a cargo del tema.
- ❖ **EJERCITACIÓN y PROBLEMAS:** Se presenta mediante dos espacios claves. Por un lado, en el espacio virtual la resolución de ejercicios sistemáticos con aportes de videos modeladores y por el otro lado, de forma presencial mixta – con estudiantes presentes y conectados de forma remota – la resolución de situaciones problema mediante el uso de videos de experiencias prácticas de laboratorio que recuperan parte de los ejercicios sistematizados. Esta última parte suele acompañarse con alguna gamificación que posibilite la apertura al debate.
- ❖ **ACTIVIDADES DE LABORATORIO:** Son trabajos prácticos donde se pone en experiencias los temas abordados buscando el desarrollo de habilidades en la ejecución de ensayos químicos.

2. PROBLEMÁTICA

En la tarea docente, la transición desde modelos presenciales a formatos híbridos (presenciales y virtuales) es un proceso complejo que va más allá del hecho tecnológico e implica aproximaciones disruptivas en el terreno pedagógico y en el de la gestión organizativa y académica.

Temporetti (2002) sitúa en los albores de los '50 un cambio de paradigma con el origen del campo de estudio formal llamado "Ciencias de la Computación". Este cambio se vio impulsado gracias a que se idearon dos herramientas, por un lado, la computadora y por otro la Red, las cuales funcionan como un sistema integrado que promueve con la hipertextualidad, las interrelaciones de conocimiento y saberes que operan a nivel humano al tiempo de pensar un problema. Un razonamiento que se entiende se espera desarrollen los profesionales y que el método tradicional no acompaña.

El presente trabajo propone analizar cómo a partir de la postpandemia se produjo una transformación en el desarrollo de la materia QI que ha sido directamente afectada y forzada a modificar sus mecanismos de pedagogía para adecuarse a la integración de la virtualidad.

El pasado contexto sanitario fue un momento decisivo para la incorporación de herramientas digitales que hicieron posible las interacciones entre profesores y alumnos; hubo un incremento muy notable en el uso de las tecnologías en todos los niveles del sistema educativo. En el ámbito universitario, la virtualidad y los formatos online interrumpieron con fuerza y con desigual éxito. Los recursos tecnológicos fueron puestos al servicio de la acción educativa integrando la tecnología de un modo estratégico, asegurando así la continuidad pedagógica de forma muy destacada, en la educación superior.

En el ámbito educativo de QI las medidas adoptadas en estos nuevos escenarios se relacionaron con el desarrollo de clases mixtas, dando lugar a un despliegue de modalidades de enseñanza y de aprendizaje semipresenciales utilizando una gran variedad de formatos y plataformas.

Esto significó el rediseño obligado de una gran cantidad de actividades y experiencias de formación que pasaron de ser exclusivamente presenciales a espacios heterogéneos donde parte de la diagramación ocurre en espacios

virtuales, parte en espacios presenciales y otros de manera conjunta.

El diseño pedagógico de QI se vio en la necesidad de concebir las experiencias de aprendizaje – presenciales y remotos – como un aspecto central del proceso integral de formación. Las transformaciones que se han incorporado buscan cambiar algunas prácticas anacrónicas que aún persisten en la educación de la química, poniéndolas en crisis y consolidando ideas de mayor apertura que ya se venían gestando hace tiempo desde las fronteras del conocimiento.

Existe una conectividad de tipo tecnológica y otra cognitiva y conceptual que sigue presentándose como un desafío central para muchas instituciones de educación superior. Llevamos tres décadas observando y ejecutando prácticas de cultura digital en la educación formal. Y aunque la cultura digital forma parte de nuestras vidas en la mayoría de las interacciones sociales, hasta ahora dichas prácticas han emergido más en las periferias de la institucionalidad universitaria que desde los tomadores de decisión. (Pardo Kuklinski - Cobo en "Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia" – 2020)

Como menciona Temporetti (2014), estamos ante una encrucijada en la educación ya que coexisten y conviven dos modelos que generan conflictos y contradicciones:

"...En este contexto se reconoce una metamorfosis general que permite apreciar nuevos aspectos en diversos componentes del sistema, en particular los relacionados con los procesos y mecanismos de transferencia, transmisión, adquisición y producción de los conocimientos y saberes."

El contexto de implementación de la planificación se transformó, no solo por el uso de las plataformas y la necesidad de considerar condiciones diferentes a aquellas para las cuales fue diseñado, sino también, porque existen aprendizajes y competencias que cobran mayor relevancia en el actual contexto.

La hipertextualidad incorpora ahora la capacidad de establecer interrelaciones no secuenciales de ideas. La clase se aparta de la didáctica clásica para dar lugar a una nueva dimensión virtual, donde, la información se estructura ahora mediante una red de nodos y enlaces, acercándose más de esta forma a la capacidad de establecer interrelaciones de la propia mente humana.

De esta forma, la producción del conocimiento, su enseñanza y adquisición se ve forzada al cambio, y con ello la selección y ordenación de los contenidos; asociados ahora a las tecnologías de la información y su inclusión en las escenografías de la transmisión en este nuevo contexto.

Sin embargo, la simple tecnología no es suficiente para crear competencias. Es necesario la integración y complementariedad de los momentos presenciales y no presenciales en la enseñanza y en el aprendizaje; la articulación y convivencia entre la presencia corporal en el espacio físico y lo virtual con la presencia simbólica en el ciberespacio. Creemos que ambos aspectos son indisolubles y refieren a capacidades esencialmente humanas cuya interrelación hoy adquieran nuevas significaciones (Temporetti, 2002).

3. EL ANTES Y EL DESPUÉS: El Mundo Hiperconectado y Escenario Educativo

Pese a los incontables espacios de intercambios que se han desarrollado teniendo como foco a la práctica docente, es al día de hoy que de forma paradójica los docentes sienten como nunca la extrañeza y el vacío de lo pedagógico para llevar adelante su tarea.

Garay (2010), menciona que una docente le dijo una vez: *"mi dificultad de trabajo es que no puedo enseñar porque los alumnos no estudian, no aprenden..., es muy difícil enseñar..."*

Esta es una frase que a menudo se puede escuchar, casi como un bullicio de fondo, entre muchos docentes al momento de analizar los resultados de sus prácticas y que en la actualidad parece reelaborarse, ahora incorporando a lo virtual.

Cabe entonces la pregunta y el interrogante pedagógico sobre las razones por las cuales los jóvenes no aprenden lo que los docentes enseñan. Reflexión que podría permitirnos preguntar entonces, si no es la forma en que se les enseña, condicionada por nuestra visión del medio, lo cual afecta la posibilidad de atreverse a buscar, copiar o inventar estrategias de enseñanza verdaderamente pedagógicas (GARAY, 2010).

Por su parte, Pardo Kuklinski y Cobo (2020) mencionan a Weller, J. al reflexionar sobre el ritmo diferente de los cambios en la educación superior:

“La tecnología educativa no es un juego para impacientes (...) Las universidades están aquí mucho tiempo antes que Google y esa longevidad es parte de su atractivo. Esto implica un cierto conservadurismo con respecto a las tendencias actuales, una resistencia a abandonar prácticas existentes en favor de la última tecnología (...). Esta es una de las principales diferencias, y a menudo mal entendidas, entre la educación superior y otros sectores de los que con frecuencia se le pide a las universidades que aprendan: operan en diferentes frecuencias.”

En este contexto desafiante y siguiendo con la metáfora de la espiral recurrente planteada por Temporetti (2014) podemos entender una nueva oportunidad para repensar los modelos con los cuales se desarrollan las actividades educativas y de enseñanza dándole una oportunidad a los modelos de enseñanza y de aprendizajes híbridos y transformar las prácticas obsoletas que aún están presentes en la educación superior.

Con la pandemia se adaptaron los métodos de enseñanza teniendo en cuenta las barreras impuestas por la distancia y la escasez de recursos. Las nuevas formas de enseñar y las destrezas que los y las docentes utilizaron durante la cuarentena se convirtieron en nuevas estrategias de enseñanza. De repente nos vimos en la necesidad de recurrir a lo que hacía tiempo estaba disponible pero que no teníamos la necesidad de utilizar: Videos, tutoriales, libros en línea, plataformas de aprendizaje remoto, redes sociales, mails, videollamadas. Lo que sea que nos dé resultado para seguir enseñando y especialmente para seguir conectados con los alumnos. Sin embargo, otro de los embates por los que atraviesa la enseñanza en la postpandemia es el de la evaluación, puesto que las mismas se perciben como parte del método del refuerzo para el cual se establecen “la recompensa y el castigo” (Bruner, 1985). A lo largo de la historia las evaluaciones han sido siempre consideradas de forma negativa, ya que se entiende a la misma como un espacio incómodo donde los docentes juzgan a los estudiantes y califican cuantitativamente en consecuencias, pero ¿qué hay de las evaluaciones con fines pedagógicos, de indagación y análisis de los aprendizajes efectivos, aquellas que sirven como diagnóstico cualificador de los procesos desarrollados?

Una de las posibilidades que la enseñanza mediada por tecnología trajo, es la de colocar al estudiante como eje en la construcción de su propio aprendizaje, tutelado por la acción docente. Las instancias de evaluación se replantearon, ya no solo ocupan un espacio de cuantificación del saber, se redefinen como una herramienta cualitativa, la cual permite a estudiantes y docentes poder realizar una introspección del propio proceso de aprendizaje. Se comenzó a ya no solo observar una foto en un punto definido del proceso de enseñanza, sino una continuidad de esta que permiten dar el control del aprendizaje al individuo y que da una visión holística sobre el conocimiento construido.

4. CONCLUSIONES FINALES. Repensar la Práctica Docente

Los pasados 2020 y 2021 lograron un redescubrimiento de la virtualidad de una forma más potente en todos los ámbitos, tanto en el de la enseñanza, como en la vida diaria. Lo virtual caracterizado anteriormente como de aislamiento y despersonalización, da ahora la oportunidad de caracterizarse de nuevo con una alta interacción por parte del estudiante, poniendo a éstos en el centro del modelo de enseñanza.

De esta forma, el presente trabajo pretende reflexionar sobre cómo se intenta repensar nuestra actual práctica docente con el fin de mejorarla. Consideramos pertinente, entonces, plasmar ciertas características que este nuevo paradigma situado en la conexión y en el hipertexto trajo y que conviene tener presente como líneas de acción para ser profundizados en el desarrollo de la actividad docente. Para ello tomaremos algunos rasgos mencionados por Temporetti (2002).

1. Como hemos mencionado se vuelve indispensable poner al estudiante en el centro de la intención pedagógica. La interactividad y la bidireccionalidad que la educación mediada por tecnología ofrece, permite plantearse como una herramienta que desplace de la pasividad o el papel de receptor al alumno a uno efectivamente activo; si se lo desafía a interactuar, a responder, a crear, a producir.

2. La hiperconectividad resignifica las distancias, al tiempo que nos hace replantearnos cómo entendemos los espacios educativos. Pero también permite una flexibilidad en la comunicación entre los actores.
3. La innovación en la forma de acceso a la información cambia, y con ello la forma de construir el conocimiento, en contraposición con las prácticas educativas tradicionales. La convergencia de computación y telecomunicaciones actúa sobre el factor tiempo y pone el énfasis en la velocidad, a la par que incorpora otras formas de expresión y de interacción con los contenidos que toman fuerza a partir del Internet, como lo son los cortos de vídeos, los flyers y blogs de divulgación y las experiencias de gamificación entre otros.
4. La simultaneidad y la no linealidad conducen a un cambio en el sistema, el cual aparece azaroso, imprevisible y discontinuo, pero que sin dudas conduce a niveles más altos de complejidad. Se descentralizan y democratizan las formas de acceso a la información, el docente ya no fija y selecciona el recorrido y el tipo de información, sino que deberá guiar a los estudiantes por una pluralidad de senderos interconectados donde sean los jóvenes quienes definan de qué manera alcanzarán los objetivos y metas acordados.
5. La atención deberá ser colocada ya no solo en el conocimiento como saber, sino que se deberán de potenciar las competencias para el hacer y el ser de un profesional cuya misión será desempeñarse con éxito en un futuro incierto y que a la luz de las recientes experiencias pasadas puede poner en jaque la forma en que entendemos se ordenan las sociedades.

En efecto, la tarea docente en general y las universidades en particular se deben reformar porque la sociedad también lo está haciendo. Debemos ser conscientes y pensar sobre un nuevo paradigma universitario considerando que las tecnologías tienen que incorporarse en los planes de estudios universitarios, no como soporte a la institución, sino como extensión de la estrategia pedagógica, pensando en sistemas híbridos de enseñanza presencial y virtual en donde las distintas modalidades convivan en un mismo entorno: formatos remotos, presenciales, híbridos, clases sincrónicas y asincrónicas en donde el estudiante pueda elegir de ese amplio abanico de opciones.

De esta manera tendremos profesionales con mayores capacidades de integrar e interrelacionar conocimiento y saberes al momento de pensar un problema, en un mundo hipertextual e hiperconectado que avanza a velocidades cuánticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruner, J. (1985). El lenguaje de la educación. En: *Realidad mental y mundos posibles*. Barcelona: Gedisa, (pp. 127-137). Editorial Gedisa.
- Garay, L. (2010) El silencio de la pedagogía en las aulas. *Diálogos pedagógicos*. 8(15), 149-169. <http://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/dialogos/article/view/156>
- Pardo Kuklinski, H. y Cobo, C. (2020). *Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia. Ideas hacia un modelo híbrido post-pandemia*. Outliers School, Barcelona.
- Temporetti, F. (2002). *El modelo Internet ¡La clase ha muerto viva la clase!* Menin Ovide Pedagogía Universitaria, Homo Sapiens, Rosario.
- Temporetti, F. (2014). Entre la escalera ascendente y la espiral recurrente. Los procesos de adquisición de conocimiento, en la educación formal, en tiempos de textos e hipertextos. *Itinerarios Educativos la revista del INDI*, 7(7), 83-97, UNL-FHUC, Santa Fe
- Villanueva, A. (13 de diciembre de 2021). La educación será multidiversa en el futuro, visualiza rector del Tec. CONECTA: Sitio de noticias del Tecnológico de Monterrey. <https://tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/la-educacion-sera-multidiversa-en-el-futurovisualizarector-del-tec>



QUÍMICA 2.0: EL DESAFÍO DE DISEÑAR UNA PROPUESTA DE EXTENSIÓN A DISTANCIA

María Clara Zaccaro, María Cecilia Tannuri, Silvina Victoria García, Lea Vanessa Santiago, Matías Gabriel Krujoski, Juan Esteban Miño Valdés

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones, Oberá, Argentina

zaccaro@fio.unam.edu.ar , cecilia.tannuri@fio.unam.edu.ar garcia@fio.unam.edu.ar ,
santiago@fio.unam.edu.ar , matias.krujoski@fio.unam.edu.ar minio@fio.unam.edu.ar

Resumen

Durante el período 2020-2021 la continuidad pedagógica en todos los niveles educativos se hizo posible a través de la enseñanza remota. Fue necesario explorar recursos tecnológicos que favorecieran la participación e interacción de los estudiantes en las clases virtuales e impulsaran, además, la motivación por los temas químicos que se transmitían a través de una pantalla. Surge la idea de adecuar una propuesta de extensión, para ser desarrollada íntegramente a distancia y dirigida a docentes de química y ciencias naturales de todos los niveles educativos con el propósito de generar un espacio de comunicación, intercambio de experiencias y colaboración orientado a explorar recursos tecnológicos generales y específicos para las clases de química. El fortalecimiento de las competencias digitales de los docentes para incorporar naturalmente recursos tecnológicos a las clases, no se limita únicamente a las clases virtuales, sino que es indispensable a la hora de comunicarse con nativos digitales. Las decisiones que se tomaron tanto en el diseño de los materiales, como en la ejecución de la propuesta se realizaron para centrar la propuesta en las actividades, favorecer la comunicación y el intercambio entre los docentes participantes y asegurar la presencia del tutor a distancia.

Palabras clave: Educación a Distancia; Extensión; Formación docente; Química; Recursos tecnológicos

Abstract

During the 2020-2021 period, pedagogical continuity at all educational levels was made possible through the remote teaching. It was necessary to explore technological resources that favored the participation and interaction of the students in virtual classes and will also promote motivation for the chemical issues that were transmitted through of a screen. The idea of adapting an extension proposal arises, to be fully developed at a distance and aimed at teachers of chemistry and natural sciences of all educational levels with the purpose of generating a space of communication, exchange of experiences and collaboration aimed at exploring general technological resources and specifically for chemistry classes. Strengthening the digital skills of teachers to incorporate naturally technological resources to classes, is not limited only to virtual classes, but is essential to the time to communicate with digital natives. The decisions that were made both in the design of the materials and in the execution of the proposal were carried out to focus the proposal on the activities, favor communication and exchange between participating teachers and ensure the presence of the remote tutor.

Keywords: Distance Education; Extension; teacher training; Chemistry; Technological resources

1. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2008 la cátedra de química, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones, lleva a cabo proyectos de articulación con los docentes de química y ciencias naturales de las escuelas de nivel medio de la ciudad de Oberá y de la zona centro de la provincia. Hemos logrado consensuar programas de contenidos mínimos de química para los distintos años de formación de nivel medio, desarrollar prácticos de laboratorio acordes a la infraestructura y disponibilidad de reactivos y productos de las distintas escuelas, además de incorporar nuevas tecnologías en las clases de química.

Frente a los obstáculos que se nos presentaron a la hora de enseñar química de manera remota, evidenciamos la necesidad de establecer nuevos canales de comunicación entre los docentes de química. (Martínez-Garcés & Garcés-Fuenmayor, 2020) En el año 2021 surge la idea de adecuar una propuesta, originalmente pensada para ser desarrollada íntegramente de manera presencial, dirigida a docentes de química y ciencias naturales de todos los niveles educativos, orientada a presentar recursos tecnológicos que pueden ser incorporados en las clases virtuales de química; un espacio en el que no solo podamos compartir nuestra experiencia en la incorporación de estos recursos tecnológicos a las clases virtuales de química sino que además propicie el intercambio de experiencias entre los participantes de la propuesta.

El hecho de no contar con una fecha tentativa de regreso a la presencialidad en el momento de presentación del proyecto a la convocatoria PROFAE (mes de junio del año 2021) obligó al equipo de trabajo a aceptar el desafío de rediseñar la propuesta y adecuarla para que pueda ser llevada a cabo en la modalidad a distancia, a través del soporte de un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje.

El retorno a la presencialidad plena nos está enseñando que muchos de los recursos utilizados en las clases virtuales pueden adaptarse y ser incorporados en propuestas de aprendizaje mixto e incluso, en propuestas completamente presenciales. El diseño de propuestas educativas que contemplen la incorporación de recursos tecnológicos que permitan a los estudiantes acceder fácilmente a material didáctico, a autoevaluaciones, o que faciliten el entendimiento de temas muy abstractos, cambian la dinámica de la clase al propiciar la interacción la participación de los estudiantes. Las acciones dirigidas a que los estudiantes dejen de ser oyentes de una clase expositiva para pasar a ser protagonistas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, son indispensables en una educación centrada en el estudiante.

A continuación, describimos cuáles fueron las decisiones que debieron tomarse en las diferentes etapas de diseño y ejecución para adecuar una propuesta de extensión y desarrollarla íntegramente a distancia.

2. METODOLOGÍA

2.1 Etapa de diseño

La vía de abordaje para el diseño de la propuesta se inicia estableciendo como objetivos generar un espacio virtual que propicie la comunicación, el intercambio y la colaboración entre docentes de química y ciencias naturales; además de transmitir nuestra experiencia en la incorporación de recursos tecnológicos a las clases de química (Coll, 1994). A los objetivos de la propuesta propiamente dicha, debemos sumarle el objetivo del equipo de trabajo que fue diseñar una propuesta íntegramente a distancia, que utilice como soporte un entorno virtual de enseñanza aprendizaje.

La selección de los contenidos que fueron incorporados a la propuesta se realizó considerando los objetivos planteados, las características de los participantes y la carga horaria. El primer módulo es destinado a recursos tecnológicos generales que pueden facilitar el acceso a la información, la participación de los estudiantes en las clases, aspectos referidos al registro de información y la evaluación en línea. Los módulos siguientes se centraron en explorar recursos tecnológicos de aplicación específica a las clases de química: tabla periódica, laboratorio virtual, realidad aumentada. Sólo fueron incorporados a la propuesta recursos tecnológicos de acceso libre. (Tabla I)

Se decide distribuir los contenidos en módulos y habilitarlos semanalmente, a comienzo de cada semana. De esta manera los participantes se concentran en explorar el material y realizar las actividades propuestas referidas a un tema antes de pasar al siguiente. La distribución de los módulos y el material diseñado en cada caso se resume en la tabla II.

El diseño del material se realizó considerando que la propuesta estaría centrada en las actividades, las guías de lectura se diseñaron con el propósito de activar el conocimiento previo que cada participante tenía sobre el tema, el relato de nuestra experiencia cumplió la función de demostración del conocimiento, mientras que las actividades se enfocaron en aplicar el conocimiento e integrarlo a la realidad de cada participante, según los principios instruccionales de Merrill. (Merrill, 2002)

TABLA I Recursos tecnológicos generales y específicos incorporados en la propuesta

Recurso tecnológico	Tipo de recurso	Características
Generador de códigos QR	General	Facilita el acceso a la información mediante el escaneo de un código a través de la cámara de un teléfono celular
Encuestas en tiempo real	General	Permite incorporar sondeos en una presentación, los estudiantes acceden a las preguntas a través de sus dispositivos electrónicos y las respuestas se visualizan en una presentación
Documentos con enlaces	General	Función de los procesadores de texto que permite vincular información a un texto y convertirlo en un documento hipermediable
Formularios de Google®	General	Permite elaborar cuestionarios y autoevaluaciones en línea
MoleculAR	Específico para química	Aplicación que permite visualizar moléculas en 3D, aumentar su tamaño, rotarlas
QuimiAR	Específico para química	Aplicación que permite visualizar moléculas y estructuras cristalinas en 3D, además permite visualizar el reordenamiento de los electrones durante la formación de un enlace químico
ChemLab	Específico para química	Simulación de laboratorio

TABLA II Distribución del contenido, material diseñado y actividad propuesta para cada uno de los módulos del curso Química 2.0: la aplicación de herramientas tecnológicas en las clases virtuales de química.

Módulo	Material elaborado	Actividad propuesta
1 Presentación	-Video de presentación de la propuesta -Foros de consulta - Cartelera de Avisos	-Foro de presentación -Construcción de un mapa colaborativo
2 Recursos tecnológicos	-Video de presentación del módulo -Instructivos -Hoja de ruta -Guía Didáctica -Guía de lectura -Selección de lecturas complementarias -Cuestionario de Autoevaluación	- Autoevaluación -Diseñar una propuesta que incluya alguno de los recursos tecnológicos presentados y compartirla en un foro -Comentar las producciones de otros participantes
3 Laboratorio a Distancia	-Video de presentación del módulo -Hoja de ruta -Guía Didáctica -Instructivos -Guía de lectura -Selección de lecturas complementarias	-Diseñar una propuesta que incluya alguno de los recursos tecnológicos presentados y compartirla en un foro -Comentar las producciones de otros participantes
4 Tabla Periódica	-Video de presentación del módulo -Hoja de ruta -Guía Didáctica -Instructivos -Guía de lectura -Selección de lecturas complementarias	-Trabajar de manera colaborativa en una página Wiki para recopilar información acerca de las características de las tablas periódicas disponibles en internet
5 Realidad Aumentada	-Video de presentación del módulo -Hoja de ruta -Guía Didáctica -Instructivos -Guía de lectura -Selección de lecturas complementarias	-Diseñar una propuesta que incluya alguno de los recursos tecnológicos presentados y compartirla en un foro -Comentar las producciones de otros participantes
6 Actividad Final	-Video de presentación del módulo -Encuesta	-Se invita a los participantes a debatir en un foro por qué la incorporación de los recursos tecnológicos puede enriquecer las clases de química o por qué no serían adecuados para ser incorporados en sus clases específicamente
7 Certificados	-Formulario en línea de solicitud de información para la emisión del certificado	- Completar la información solicitada en el formulario

Una vez elaborado todo el material se inicia la carga, al espacio asignado por el área de tecnología de información y comunicación, en el entorno virtual Moodle de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones. Se verifica la accesibilidad al aula virtual, al material y el correcto funcionamiento de todas las funciones y recursos utilizados en la propuesta antes de habilitar la inscripción.

Para la difusión de la propuesta a través de las redes sociales y de la página de la Facultad de Ingeniería se elabora una animación y un folleto de difusión. Los materiales diseñados para la difusión de la propuesta contaban con un enlace a un formulario en línea que solicitaba a los interesados la información necesaria para realizar la preinscripción. Una vez realizada la preinscripción, los interesados recibían por correo electrónico, las instrucciones necesarias para realizar la auto matriculación a Química 2.0.

2.2 Etapa de ejecución

Las actividades iniciales planteadas, fueron de carácter socializador (Barberá, 2005) y tenían como propósito desarrollar en los participantes el sentido de pertenencia a un grupo con intereses comunes. Los participantes debían presentarse en un foro y además ubicar en el mapa la localización geográfica de la institución educativa a la que pertenecían (Figura.1)

El hecho de que la propuesta haya estado destinada a docentes, que cuentan con autonomía en el estudio y requieren de flexibilidad horaria determinó que no se contemple la realización de encuentros sincrónicos. Se utilizaron los foros de discusión tanto para expresar consultas que pudieran surgir, como para favorecer la interacción entre los participantes y la socialización de sus producciones.

Se habilitó la mensajería del Aula Virtual Moodle (AVM) y los correos electrónicos como canales de comunicación adicionales entre los tutores y los participantes.

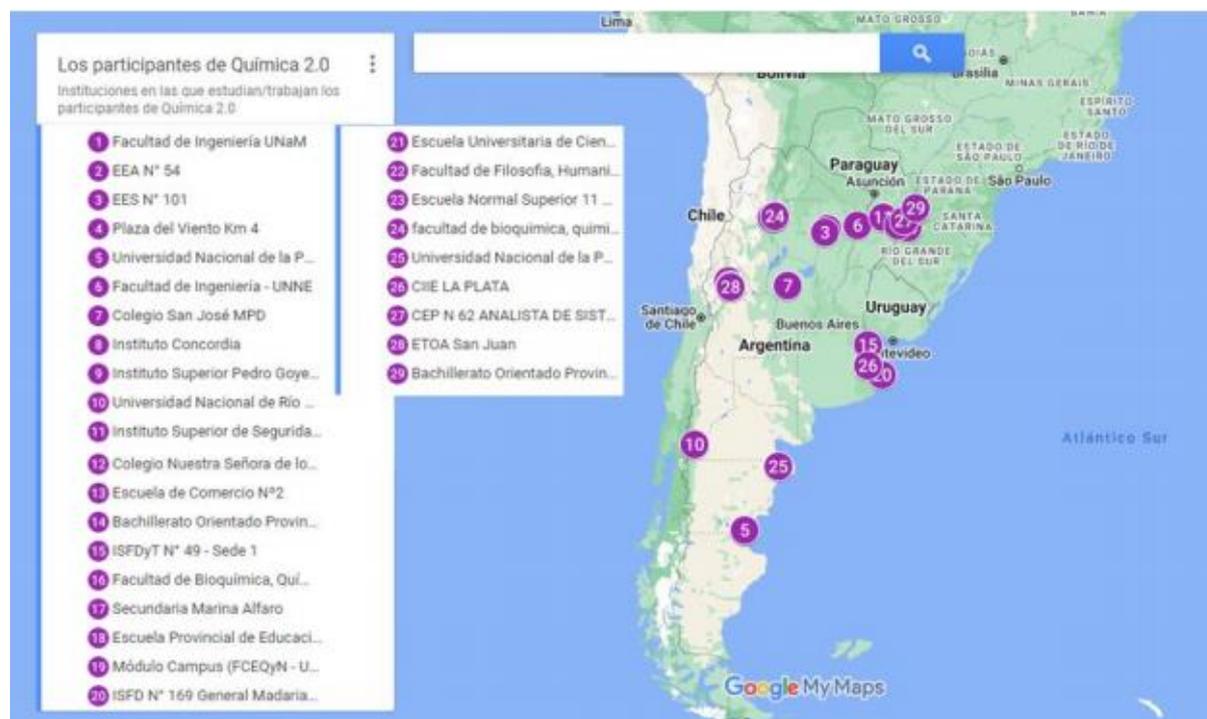


FIGURA 1. Mapa Colaborativo, realizado en GoogleMaps®, que muestra la localización geográfica de las instituciones educativas a las que pertenecen los participantes de la propuesta Química 2.0: la aplicación de herramientas tecnológicas en las clases virtuales de química

3. RESULTADOS

115 interesados completaron el formulario de preinscripción y recibieron por correo electrónico la información



necesaria para realizar la auto matriculación en el AVM.

3 participantes no pudieron realizar la auto matriculación, solicitaron asistencia a través de un correo electrónico y tuvieron que ser matriculados por los tutores.

71 participantes ingresaron al aula virtual, exploraron el material y participaron de las actividades propuestas.

9 provincias estuvieron representadas entre los participantes.

Participaron de la propuesta estudiantes avanzados de profesorado de química y docentes de química y ciencias naturales de nivel secundario, terciario y universitario.

4. CONCLUSIONES

La variedad de actividades planteadas durante el desarrollo de la propuesta cumplió una función socializadora, responsabilizadora, formativa, informativa, innovadora, evaluadora (Barberá, 2005)

El intercambio de experiencias en los foros de discusión enriqueció a la propuesta inicial de sobremanera. Los participantes han compartido, con mucha generosidad, actividades diseñadas para clases de química de diferentes niveles educativos, incorporando recursos tecnológicos, alguno de los cuales no estuvieron contemplados en la propuesta original.

La decisión de que la propuesta se desarrolle íntegramente a distancia dio como resultado una propuesta federal, al contar con participantes ubicados geográficamente en distintos rincones del país. Se ha cumplido con el objetivo propuesto de establecer canales de comunicación entre los docentes, el desafío a futuro es mantener activos estos canales con propuestas superadoras. Para conseguir diseñar nuevas propuestas, nos encontramos actualmente realizando una revisión del material y el análisis de los aspectos a considerar para mejorarlo, además de evaluar con una mirada crítica el rol de los tutores y las acciones que podrían realizarse a futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barberá, E. &. (2005). Hacia el aula virtual: actividades de enseñanza y aprendizaje en la red. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(9), 1-22. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.35362/rie3692769>
- Coll, C. (1994). Los fundamentos del currículum. En C. Coll, *Psicología y Currículum. Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum escolar* (págs. 21-47). Barcelona: Paidós.
- Martínez-Garcés, J., & Garcés-Fuenmayor, J. (2020). Competencias digitales docentes y el reto de la educación virtual derivado de la covid-19. *Educación y Humanismo*, 22(39), 1-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.17081/eduhum.22.39.4114>
- Merrill, D. M. (2002). First Principles of Instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43-59.



USO DEL SOFTWARE AVOGADRO EN UN CURSO INTRODUCTORIO DE QUÍMICA UNIVERSITARIA

A. Ivone Saiz, Paola Massa

Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina
pamassa@fi.mdp.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta un caso de aplicación del software Avogadro, como parte de una secuencia didáctica sobre estructuras moleculares del Taller Introductorio de Química, dirigido a estudiantes de primer año de la Licenciatura en Química de la UNMDP. Esta secuencia se diseñó con una intención integradora, combinando actividades de repaso, con la enseñanza de conceptos nuevos; su función fue la de motivar, presentar información reforzada, experimentar para construir conocimiento, socializar, y usar representaciones hipermedia novedosas. La respuesta de los estudiantes mostró un buen nivel de participación en clase, y resultados muy satisfactorios en la presentación de informes. La mayoría de los estudiantes consideró que se trataba de una actividad interesante y manifestó muy buena disposición para trabajar en forma colaborativa con sus pares. El soporte visual y la posibilidad de acompañar los conceptos con la construcción de representaciones modelizadas resultó una experiencia enriquecedora.

Palabras clave: Química universitaria; curso introductorio; estructuras moleculares; software Avogadro; TIC

Abstract

This work presents a case of application of the Avogadro software, as part of a didactic sequence on molecular structures of the Introductory Chemistry Workshop, aimed at first-year students of the Chemistry Degree of the UNMDP. This sequence was designed with an integrative intention, combining review activities with the teaching of new concepts; its function was to motivate, present reinforced information, experiment to build knowledge, socialize, and use novel hypermedia representations. The students' response showed a good level of participation in class, and very satisfactory results in the presentation of reports. Most of the students considered that it was an interesting activity and expressed a great willingness to work collaborative with their peers. The visual support and the possibility of accompanying the concepts with the construction of modeled representations was an enriching experience.

Keywords: University chemistry; introductory course; molecular structures; Avogadro software; ICT

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales tareas de los docentes universitarios de primer año es introducir a los estudiantes en la vida, el lenguaje y la cultura académico-institucional que los recibe (Ruiz Danegger, 2010). Este proceso incluye instancias de "nivelación" que buscan poner a los estudiantes en condiciones de aprender la ciencia, supliendo, entre otras cuestiones, algunas de las falencias que traen del nivel secundario. De acuerdo con el estudio sobre permanencia y abandono en un curso universitario de Química General, Oliver y colaboradores (2011) reportaron que los propios ingresantes manifestaron no encontrarse lo suficientemente preparados; si bien más del 70% de los estudiantes consultados indicaron haber visto en el nivel medio, los temas tratados en el Ciclo de Nivelación de la Facultad, casi un 60% mostró dificultades a la hora de trabajarlos.

Sin embargo, como propone el equipo del Espacio Pedagógico de la Universidad Nacional de La Plata, este enfoque resulta insuficiente, o cuanto menos, discutible. A pesar de la idea (fuertemente instalada entre los docentes) de que las dificultades de los ingresantes se centran en cuestiones académicas, otras investigaciones revelan un diagnóstico mucho más complejo, en el que coexisten dificultades de índole vocacional,

pedagógicoacadémico, psicológico-emocional, económico-social, como también de salud física o mental (Bernardelli, 2014). Aun cuando no siempre se atiende a esta complejidad de factores, existe actualmente una gran variedad de estrategias para abordar la problemática del ingreso y la permanencia en la universidad. En el caso de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) el sistema de ingreso es directo (o irrestricto), lo que a priori se asocia con una política de democratización e igualdad de oportunidades. No obstante, se comprueba que el ingreso masivo deja lejos al objetivo de la equidad, y no atenúa la deserción, especialmente durante el tramo inicial de los estudios universitarios (Quiroga y Civit, 2005). Con el propósito de que los interesados en cursar estudios superiores puedan contar con una mejor preparación para afrontar las primeras etapas de su vida universitaria, las facultades despliegan cursos introductorios, programas de nivelación, tutorías y/o evaluaciones diagnósticas, entre otras estrategias. Esto incluye tomar en cuenta los temas disciplinares (vinculados con las asignaturas básicas de las carreras), y también, cada vez con más frecuencia, otros aspectos relacionados con habilidades genéricas para el aprendizaje y adaptación al contexto de la universidad.

En el caso de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UNMDP, los ingresantes deben aprobar dos requisitos académicos (un curso de Introducción a la Matemática y un Taller “Leer y Pensar la Ciencia”).

Desde el año 2008 la FCEyN no ofrece instancias introductorias para el área Química, a pesar de que 7 de las 9 carreras que se dictan en la Facultad incluyen la cursada de, por lo menos, la asignatura Química General como parte de su plan de estudios. Sin embargo, solo para el caso de la Lic. en Química, desde 2013 el plan de estudios contempla una asignatura “de transición”, denominada Taller Introductorio de Química (TIQ). El TIQ permite reforzar contenidos básicos de Química, bajo una modalidad más asociada al trabajo experimental, con una carga horaria de 40 horas en el cuatrimestre. Sus contenidos mínimos son: material de laboratorio; mediciones; unidades y equivalencias; modelo simple de estructura atómica; partículas subatómicas; Tabla Periódica; nomenclatura; sistemas materiales; unidades de concentración de soluciones; reacciones químicas; cálculos estequiométricos.

El propósito con el que se diseñó este taller es el de actuar como nexo para conectar los conocimientos de Química que los ingresantes poseen y los que se requieren en Química General, el primer curso universitario de Química de la carrera (cuya tasa de aprobación no supera el 50% de los inscriptos). Para ello en el TIQ se retoman nociones básicas, mediante la realización de experiencias de laboratorio sencillas, para dar lugar a que los estudiantes revisen sus conocimientos y reflexionen sobre aspectos fenomenológicos. Las experiencias propuestas se realizan en grupos pequeños, y los resultados se discuten en clase y luego se vuelcan en un informe. Paralelamente, se ejercitan los temas mediante actividades de entrega individual, para el seguimiento de los estudiantes.

Desde su primera edición, los trabajos prácticos y actividades del TIQ han tenido múltiples modificaciones, principalmente por el propio ejercicio reflexivo surgido del análisis de cada cursada, de las dificultades detectadas en el curso de Química correlativo, y en función del perfil y del número de estudiantes inscriptos (inicialmente este número era próximo a 10 estudiantes, pero se ha ido incrementando durante los últimos años, llegando a 25 estudiantes para la cohorte 2021 y 33 para la cohorte 2022). A esto debemos sumar también los cambios en la conformación del plantel docente, y las reformulaciones que forzosamente debieron llevarse a cabo para el dictado virtual del curso, durante la pandemia de COVID 19. Aunque el uso de tecnologías aumentó significativamente durante el período 2020-2021, el taller las incorporó desde sus inicios. Uno de los ejemplos más claros es el uso de software Avogadro para introducir el estudio de estructuras moleculares. La intencionalidad se fundamenta en el consenso, actualmente fuera de discusión, acerca de la importancia del rol que juegan las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), particularmente recomendadas para trabajar con ingresantes. Bernardelli (2014) describe las formas de aprender características de esta generación de estudiantes. El primer aspecto que se destaca es que los ingresantes incorporan naturalmente nuevas tecnologías, las tienen integradas en su mundo cotidiano; han desarrollado especialmente la comprensión visual por imágenes, lo que contribuye a empobrecer su desempeño simbólico en la lectura y la escritura; no están acostumbrados a la lectura de textos o al debate, sino a la percepción y la analogía; una minoría tiene hábito de lectura; acceden a una gran cantidad de información, pero tienen dificultades para seleccionarla y jerarquizarla. La aplicación de TIC ofrece nuevos contextos y posibilidades de producir entornos capaces de promover la formación universitaria, y el rol activo de los estudiantes frente a su propio aprendizaje. Diversas experiencias

dan cuenta de las ventajas de dinamizar y potenciar tanto la enseñanza como el aprendizaje de la Química con herramientas de calidad, como parte de prácticas didácticas atrayentes, que también favorezcan un acercamiento a aspectos relacionados con la Química Computacional. Su uso para trabajar temas como la geometría molecular, resulta muy útil, por tratarse de conceptos que requieren un fuerte apoyo visual, especialmente en clases introductorias (Gamboa Carvallo, 2017). Sin embargo, no son tan numerosos aún los ejemplos en los que se incorporan TIC a la educación para hacer más eficientes y productivos los procesos de enseñanza y aprendizaje; en la mayoría de los casos, las tecnologías se utilizan para hacer lo que de todos modos ya se hacía, sin un cambio significativo de propuesta (Coll, 2019). Para que las TIC puedan mejorar efectivamente las experiencias educativas, deben utilizarse en forma intencional y planificada (Barraqué, 2019), como parte de un diseño tecno-pedagógico que busque provocar escenarios para favorecer la comprensión. El presente trabajo expone un caso en el que se elaboró e implementó una actividad integrativa utilizando el software Avogadro, como parte del Taller Introductorio de Química, dirigido a estudiantes de primer año de la Licenciatura en Química de la UNMDP.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Como se mencionó, la propuesta curricular del TIQ se diseñó sobre una secuencia encadenada de trabajos prácticos y actividades individuales. En su versión inicial, se realizaban 10 trabajos prácticos de desarrollo breve: 1) Material de laboratorio; 2) Mediciones; 3) Densidad; 4) Estructuras moleculares; 5) Reconocimiento de iones metálicos; 6) Estados de agregación de la materia; 7) Sistemas materiales; 8) Cálculo de la concentración de una solución; 9) Determinación del número de Avogadro; 10) Reacciones químicas.

Para el Trabajo Práctico de estructuras moleculares se propusieron los siguientes objetivos principales, aplicados al estudio de sustancias químicas de uso cotidiano (agua, alcohol, ácido acético y ácido oleico).

- Introducir al estudio de la estructura de las sustancias químicas.
- Visualizar la estructura de las moléculas con ayuda del programa AVOGADRO.
- Relacionar la estructura de las moléculas con algunas de sus propiedades físicas y químicas.

En función de los cambios que se fueron realizando sobre el currículum del Taller, el contenido de este Trabajo Práctico se recortó, y también se modificó el orden en el que se ubicó en el cronograma de la asignatura. En la edición 2022, la actividad se realizó con el cronograma más avanzado. La Tabla 1 presenta un esquema comparativo de los contenidos de la guía en su versión inicial y actual.

La guía propuesta, en ambos casos, incluyó una sección de tareas previas, una serie de actividades para desarrollar en clase utilizando el software, una serie de cuestiones asociadas y/o de aplicación para desarrollar en el informe, e información para buscar en bibliografía. Además, la Tabla 1 menciona otras cuestiones no explicitadas en la guía, pero que formaron parte del desarrollo del trabajo en clase.

TABLA I. Comparación de contenidos de la guía para trabajar con estructuras moleculares (versión 2013 y 2022).

Items	Guía didáctica 2013	Guía didáctica 2022
Tareas Previas	Agua. Recurrir a libros de texto para dibujar la disposición de los átomos en la molécula. Anotar los datos de longitud de enlace H-O y de ángulo de enlace HÔH (indicar la fuente bibliográfica) Etanol. Indicar su fórmula química y su composición centesimal. Dibujar la disposición de los átomos, indicando las longitudes de enlace: C-H, C-C y O-H, y los ángulos de enlace: HĈH y CÔH. Ácido acético. Repetir el procedimiento anterior, indicando las longitudes de enlace: C-H, C-C, O-H y C=O, y los ángulos de enlace: HĈH, CÔH y OĈO. Ácido oleico. Repetir el procedimiento anterior, indicando las longitudes de enlace: C-H, C=C, del entorno del doble enlace, y los ángulos de enlace: HĈC, CĈC de dicho entorno.	Para las moléculas de AGUA, ETANOL, ÁCIDO ACÉTICO: Escribir la fórmula molecular, la fórmula desarrollada y la composición centesimal de los 3 compuestos. Investigar la disposición de los átomos en una molécula de agua, indicar la geometría electrónica y molecular del agua, y explicar por qué se lo considera un compuesto polar (marcar cuál es el polo positivo y cuál el negativo de la molécula).

TABLA I (cont.). Comparación de contenidos de la guía para trabajar con estructuras moleculares (versión 2013 y 2022).

Items	Guía didáctica 2013	Guía didáctica 2022																																																				
Actividades para desarrollar en clase con el software	<p>Agua. Dibujar la molécula con Avogadro. Copiar el diseño, y anotar el valor del ángulo de enlace y de cada longitud de enlace. Medir la distancia H-H. Etanol. Dibujar la molécula con Avogadro. Copiar el diseño, y anotar el valor de cada ángulo de enlace y de cada longitud de enlace. Medir los ángulos diedros en los entornos de por lo menos dos formas posibles de la molécula. Ácido acético. Dibujar la molécula con Avogadro. Copiar el diseño, y anotar el valor de cada ángulo de enlace y de cada longitud de enlace. Identificar el carbono tetraédrico y el carbono trigonal. Calcular la suma de los ángulos $\alpha + \beta + \gamma$ para el carbono trigonal y para el carbono tetraédrico.</p> <p>Ácido oleico. Construir la molécula usando Avogadro. Identificar carbonos tetraédricos y trigonales. Dibujar la estructura del isómero trans.</p>	<p>Utilizar el programa para dibujar las moléculas de agua, etanol y ácido acético. A partir de las estructuras (utilizar las opciones para optimizar la geometría), obtener medidas de longitudes y de ángulos de enlace (en la guía se propone una tabla modelo para completar con los datos obtenidos con el software y de bibliografía).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Molécula</th> <th>Propiedad</th> <th>Medida con Avogadro</th> <th>Valor de bibliografía</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Agua</td> <td>Longitud enlace O-H</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ángulo H-O-H</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Distancia H-H</td> <td>Avogadro: Trigonometría</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Etanol</td> <td>Longitud enlace O-H</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud enlace C-O</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud enlace C-C</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud enlace C-H</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ángulo C-O-H</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ángulo H-C-H</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Ácido acético</td> <td>Longitud enlace O-H</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud enlace C-O</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud enlace C=O</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud enlace C-C</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud enlace C-H</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ángulo C-O-H</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Consignas adicionales: Para la molécula de agua: Explicar en qué forma la molécula de agua puede asociarse con un tetraedro y por qué su ángulo de enlace es menor que el de un tetraedro regular ($\sim 109^\circ$). Para la molécula de etanol: explicar si cada átomo de C en el etanol puede asociarse con un tetraedro.</p>	Molécula	Propiedad	Medida con Avogadro	Valor de bibliografía	Agua	Longitud enlace O-H			Ángulo H-O-H			Distancia H-H	Avogadro: Trigonometría		Etanol	Longitud enlace O-H			Longitud enlace C-O			Longitud enlace C-C			Longitud enlace C-H			Ángulo C-O-H			Ángulo H-C-H			Ácido acético	Longitud enlace O-H			Longitud enlace C-O			Longitud enlace C=O			Longitud enlace C-C			Longitud enlace C-H			Ángulo C-O-H		
Molécula	Propiedad	Medida con Avogadro	Valor de bibliografía																																																			
Agua	Longitud enlace O-H																																																					
	Ángulo H-O-H																																																					
	Distancia H-H	Avogadro: Trigonometría																																																				
Etanol	Longitud enlace O-H																																																					
	Longitud enlace C-O																																																					
	Longitud enlace C-C																																																					
	Longitud enlace C-H																																																					
	Ángulo C-O-H																																																					
	Ángulo H-C-H																																																					
Ácido acético	Longitud enlace O-H																																																					
	Longitud enlace C-O																																																					
	Longitud enlace C=O																																																					
	Longitud enlace C-C																																																					
	Longitud enlace C-H																																																					
	Ángulo C-O-H																																																					
Integración de otros conceptos incluidos en la guía	<ul style="list-style-type: none"> - Trigonometría y Geometría. Cálculo trigonométrico de la distancia H-H para la molécula de agua. Representación de ángulos diedros en la molécula de etanol. Verificar que la suma de ángulos en un entorno de C trigonal plano es 360° para la molécula de ácido acético. - Cálculo de pesos moleculares y porcentajes - Enlace químico - Isomería 	<ul style="list-style-type: none"> - Trigonometría y Geometría. Cálculo trigonométrico de la distancia H-H para la molécula de agua. - Enlace químico - Cálculo de pesos moleculares y porcentajes - Introducción a la TREPEV. Explicar en qué forma la molécula de agua puede asociarse con un tetraedro y por qué su ángulo de enlace es menor que el de un tetraedro regular ($\sim 109^\circ$). 																																																				
Búsqueda bibliográfica	Se requiere para realizar las Tareas Previas. Se sugiere el uso de tablas de CRC.	Se requiere para realizar las Tareas Previas y completar la tabla sugerida para el informe.																																																				
Otros conceptos trabajados en clase	<ul style="list-style-type: none"> - Repaso de propiedades periódicas - Introducción al concepto de polaridad de moléculas y fuerzas intermoleculares - Trabajo con distintos modelos para representar moléculas 	<ul style="list-style-type: none"> - Repaso de propiedades periódicas - Repaso de nomenclatura - Carbonos tetraédricos y trigonales - Introducción al concepto de polaridad de moléculas y fuerzas intermoleculares 																																																				

3. RESULTADOS

En las primeras ediciones del Taller se trabajó con la primera versión de la guía (2013), y se solicitó a los estudiantes que traigan notebooks u otros dispositivos para llevar adelante la actividad en el espacio de laboratorio. La implementación de la actividad, en su versión para la cohorte 2022 se llevó a cabo en la Sala de Computación. Casi todos los estudiantes trabajaron en forma individual (en función de la disponibilidad de equipos), pero en forma cooperativa con sus compañeros más cercanos. Uno de los estudiantes (el único que indicó que había trabajado previamente con el software) trabajó en uno de los equipos cuya pantalla estaba siendo proyectada para todos en la sala, actuando por tramos, como facilitador y guía de sus propios compañeros, bajo la supervisión de los docentes.

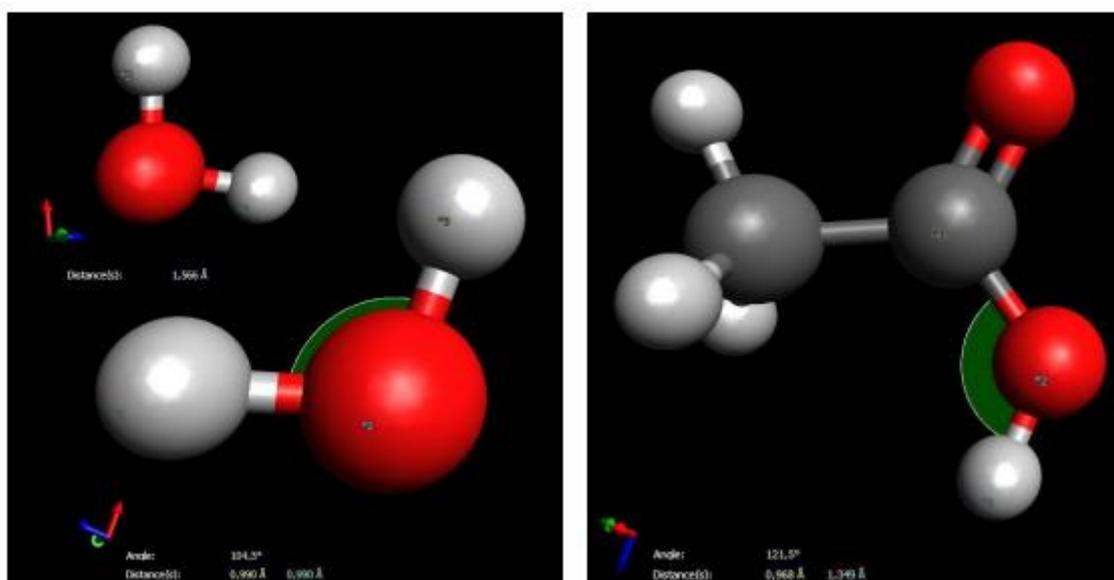


FIGURA 1. Capturas de pantalla del trabajo en clase (longitud y ángulo de enlace para las moléculas de agua y ácido acético). Elaboración propia, obtenida del programa Avogadro

Los estudiantes trabajaron con las estructuras químicas propuestas en la guía, que para la versión 2022 solo fueron tres: agua etanol y ácido acético (la Figura 1 muestra capturas típicas de las estructuras analizadas). El trabajo en clase sumó otros conceptos, como enlace covalente, unión simple, doble y triple, fuerzas intermoleculares, polaridad de moléculas, entornos tetraédricos y trigonales, geometría molecular y electrónica. También se utilizó el entorno para hacer un repaso de nomenclatura inorgánica, y que los estudiantes planteen las fórmulas a partir de los nombres químicos, propongan posibles estructuras, las pongan en común con sus compañeros y las representen utilizando el software.

Para la gran mayoría de los estudiantes, la actividad resultó novedosa y motivadora, mostrando muy buena disposición para trabajar en forma colaborativa con sus pares. El soporte visual y la posibilidad de acompañar los conceptos con la construcción de representaciones modelizadas resultaron una experiencia enriquecedora, con buen nivel de participación en clase, y buenos resultados en la presentación de informes.

La evaluación del informe arrojó resultados superiores a los de otras actividades de la asignatura: promedio de calificación 86/100; nº de informes entregados en el plazo previsto 26 de un total de 28 estudiantes que continuaban cursando la asignatura.

4. CONCLUSIONES

Se elaboró una propuesta pedagógica para un curso introductorio de Química universitaria, con eje en los conceptos de estructura molecular, utilizando el software Avogadro. Esta secuencia se desarrolló a partir de la intención de integrar conceptos, incluyendo actividades combinadas de repaso con la enseñanza de temas nuevos. La propuesta se ha venido desarrollando con cambios y reformulaciones, de modo de adaptarla a las características del grupo y al contexto de cada cursada. La evaluación tanto formal (a través del informe escrito y las respuestas orales) como la informal (a través de comentarios espontáneos de los estudiantes), mostró un interés notorio, buen nivel de motivación y participación, y componentes de trabajo colaborativo. La inclusión de esta tecnología en la propuesta tuvo una función no solamente motivadora, sino también la presentación de información enriquecida, la experimentación para construir conocimiento, la socialización, y el uso de representaciones hipermedia novedosas.

A futuro se prevé acompañar los diferentes recorridos pedagógicos con cuestionarios breves que permitan indagar en las componentes motivacionales y de autorregulación del aprendizaje de parte de los estudiantes. Hacer más explícitas estas componentes puede contribuir con el propósito de que todos los estudiantes alcancen

los niveles de aprendizaje necesarios, con énfasis en el uso de lenguaje y herramientas disciplinares, aunque sin perder de vista la inserción social, aspecto clave en curso universitario de primer año. Por esto mismo, resulta crucial enfocar los esfuerzos en equipar a los estudiantes para lograr grados crecientes de autonomía y capacidad de autoevaluación de los conocimientos adquiridos, contemplando la diversidad, en términos de variedad de intereses, saberes previos, y proceso de aprendizaje de los estudiantes. Como lo indica Coll (2019), la incorporación de tecnologías a las actividades del aula no es necesariamente ni en sí misma un factor transformador e innovador en la enseñanza. El uso de TIC suele actuar más frecuentemente como un elemento reforzador de las prácticas ya existentes. Por este motivo, la innovación surge cuando estas prácticas logran incluir una dinámica de innovación y cambio educativo en un sentido más amplio. El desafío es no tratar simplemente de utilizar TIC para “hacer lo mismo, pero mejor”, o con mayor comodidad o eficacia, sino impulsar nuevas formas de enseñar y de aprender, creando recorridos educativos que no serían posibles en ausencia de mediación tecnológica.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la FCEyN y especialmente a las Dras. Sandra Quiroga y Sara Mendiara quienes dieron forma a la propuesta inicial de esta actividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barraqué, F., Sampaolesi, S., Vetere, V. y Briand, L. (2019) Propuesta de innovación metodológica para la enseñanza de Química situada en el primer año de las carreras de Ciencias Exactas. *Actas V Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales* (Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata) <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/v-jornadas-2019/actas/Barraque.pdf>
- Bernardelli, C. E., Lynn, S. y Petrucci, D. (2014) Un curso de ingreso constructivista para favorecer la inserción a una Facultad de Ciencias Exactas. *Revista de Enseñanza de la Física*. 26, 229-240. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/78869>
- Coll, C. (2019) Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. En R. Carneiro, J.C. Toscano y T. Díaz (Coords). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo* (pp. 113-126). Colección Metas Educativas 2021. Fundación Santillana. <https://www.oei.es/uploads/files/microsites/28/140/lastic2.pdf>
- Gamboa-Carballo, J.J., Ferino-Pérez, A., Lau-González, M., Hernández -Garcés, A., Corona-Hernández, J. A., y Jáuregui-Haza, U. (2017) Las TICs como herramienta para visualizar estructuras moleculares en la enseñanza de la Química General. *Revista Cubana de Química*, 29 (3), 466-479. <https://www.redalyc.org/pdf/4435/443552968011.pdf>
- Oliver, M. C., Eimer, G. A., Bálsamo, N. y Crivello, M. (2011) Permanencia y abandono en química general en las carreras de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC), Argentina. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2 (2), 117-129. <https://www.redalyc.org/pdf/3236/323627682011.pdf>
- Quiroga, S. y Civit, E. (2005). Elementos para establecer políticas de ingreso y permanencia en carreras de las ciencias exactas y naturales. en M. Efrón y R. Vega (Eds.). *Aportes al debate sobre la gestión universitaria II* (pp. 128-145). Buenos Aires: De los cuatro vientos. <http://nulan.mdp.edu.ar/2894/>
- Ruiz-Danegger, C y Yapur, M. C. (2010). *El primer año en una Facultad de Ciencias Químicas: análisis de las condiciones académico-institucionales*. (pp.213-224). Editorial de la Universidad Nacional de Salta <https://www.doi.Org/10.13140/rg.2.1.4531.2723>

CONFERENCIA

**EDUCACIÓN STEAM: ANÁLISIS DE DEBILIDADES, AMENAZAS,
FORTALEZAS Y OPORTUNIDADES**

Gabriel Pinto

Universidad Politécnica de Madrid, España
Reales Sociedades Españolas de Física y de Química, España
gabriel.pinto@upm.es**Resumen**

Se introducen brevemente las características de la denominada educación STEM o STEAM, conocida así por las siglas en inglés de los términos *Science, Technology, Engineering, Mathematics* y *Arts*. Seguidamente, se expone someramente el fundamento de la metodología DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) o FODA (SWOT en inglés), una herramienta de análisis estratégica muy utilizada en empresas e instituciones para obtener diagnósticos sobre una situación determinada, un servicio, etcétera, y facilitar propuestas de mejoras. En concreto, se emplea el análisis DAFO de estilo narrativo para presentar una serie de reflexiones sobre la educación STEM o STEAM. Se valora que, sin ser una novedad conceptual o metodológica relevante desde el ámbito de la didáctica de las ciencias, sí puede servir para impulsar la educación en ciencia y tecnología, desde las primeras etapas formativas, promover la reflexión del profesorado sobre el uso de nuevas situaciones de aprendizaje interdisciplinares, y catalizar la colaboración entre docentes de distintas áreas. Finalmente, se sugieren, a modo de ejemplo, algunos recursos y ejemplos concretos para la educación STEM y STEAM.

Palabras clave: análisis DAFO o FODA; educación STEM y STEAM; formación en competencias; situaciones de aprendizaje.

Abstract

The characteristics of the so-called STEM or STEAM education, thus known by the acronym in English of the terms *Science, Technology, Engineering, Mathematics* and *Arts*, are briefly introduced. Next, the foundation of the SWOT methodology (weaknesses, threats, strengths and opportunities) is briefly exposed, a strategic analysis tool widely used in companies and institutions to obtain diagnoses on a specific situation, a service, etc., and facilitate proposals for improvements. Specifically, the narrative-style SWOT analysis is used to present a series of reflections on STEM or STEAM education. It is valued that, without being a relevant conceptual or methodological novelty from the field of science didactics, it can serve to promote education in science and technology, from the early formative stages, promote teacher reflection on the use of new interdisciplinary learning situations, and catalyze collaboration between teachers from different areas. Finally, by way of example, some resources and concrete examples for STEM and STEAM education are suggested.

Keywords: SWOT or SWOT analysis; STEM and STEAM education; skills training; learning situations.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, y con una intensidad cada vez mayor, se han utilizado los términos STEM (por las siglas en inglés de *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) y, más recientemente, STEAM (que incluye *Arts*), en el ámbito educativo, pero también en los medios de comunicación y otros ámbitos (centros educativos, concursos de alumnos, festivales de ciencia recreativa...), aludiendo con ello a ese conjunto de áreas del saber. Incluso, se habla a veces de “educación o aprendizaje STEM”, señalando que, de algún modo, se trata de un nuevo tipo de metodología educativa.

En este trabajo, se utiliza el análisis denominado DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades), como punto de partida para reflexionar sobre la educación STEM o STEAM. Para ello, se introducen brevemente, antes de realizar dicho análisis, tanto sus fundamentos como los del ámbito STEM.

1.1. La educación STEM o STEAM

STEM es, como ya se ha indicado, el acrónimo en inglés de disciplinas académicas que, en español, se corresponderían con las siglas CTIM. Se trata de un conjunto de disciplinas fundamentales para una sociedad, como la actual, tecnológicamente avanzada. Se introdujo en la última década del pasado siglo, inicialmente en los EE UU, con idea, entre otras, de promocionar las disciplinas implicadas, con objeto de mejorar la competitividad y la seguridad nacional frente a otras potencias (Quílez Pardo, 2022). Inicialmente, el término STEM se fue empleando en acciones para fomentar vocaciones en esos ámbitos (ante una aparente carencia de profesionales), para favorecer la inmigración en determinados empleos donde había escasez de candidatos y, ya en el ámbito educativo (en sus distintas etapas), ante la preocupación por la vigencia de una enseñanza muy segmentada por asignaturas y poco integrada en la práctica.

En los últimos años, como se ha indicado, se utiliza también el término STEAM. No obstante, a juicio del autor de este trabajo, ambos términos tienen más 'fuerza' en inglés, puesto que significan, además de unas siglas, 'vástago' o 'tallo' (*stem*) y 'vapor' o 'ímpetu' (*steam*). Quizá, entre otros aspectos, el término *steam* rememore también en ese idioma la máquina de vapor, como ejemplo de relación entre ciencia y tecnología.

Tradicionalmente, en español, se han conocido al conjunto de esas áreas, como 'ciencia y tecnología' pero, de alguna manera, la potencialidad de las siglas STEM y STEAM, dado su amplio uso, van más allá de una mera manera de nombrar el ámbito científico y tecnológico. Incluso en España, la última reforma legislativa general sobre educación para etapas no universitarias, incluyó el término STEM al introducir la 'competencia matemática y en ciencia y tecnología (STEM)'. Dicha reforma, aprobada en 2020 con el nombre de LOMLOE (Ley Orgánica de Modificación de la LOE, Ley Orgánica de Educación), tenía su antecedente en la LOE que, aprobada en 2006, estableció ya un currículo por competencias. En leyes anteriores, como la LOGSE, de 1990, se incluyó el área de tecnología y un bachillerato tecnológico, y la LGE (de 1970, ¡hace ya más de medio siglo!) introdujo el estudio de la pretecnología en la Educación General Básica (EGB) y la EATP (Enseñanzas y Actividades Técnico-Profesionales) en el Bachillerato Unificado Polivalente (BUP).

En la primera década del presente siglo, el término STEM ya era bastante habitual en el ámbito educativo, y se empezó a incluir en algunos currículos considerando que, en general, apoya la extensión del estudio de la ingeniería y la tecnología en la educación primaria y secundaria, como lo fue la ciencia en el siglo XX. En la figura 1 se muestran algunos dibujos alusivos a los términos STEM y STEAM, tomados de Prolongo y Pinto (2019).



FIGURA 1. Representaciones artísticas de las siglas STEM y STEAM, donde se recoge información gráfica de las áreas de conocimiento objeto de estudio. Tomado de Pinto y Prolongo (2019).

En todo caso, de la literatura sobre la temática de la educación STEM o STEAM (Bybee, 2013; Xie *et al.*, 2015; Pérez Torres *et al.*, 2020) y de lo que se puede concluir a través de conferencias, congresos, etc., que ha habido y hay sobre ello, parece que se refiere a: una enseñanza y aprendizaje integrados para las áreas aludidas con las siglas; un enfoque hacia la resolución de problemas tecnológicos; el uso de la ingeniería para el diseño y construcción de objetos y sistemas que resuelvan problemas; una cierta garantía de transversalidad; un aprendizaje contextualizado; y, como tantas otras metodologías educativas contemporáneas, una labor del docente como guía y orientador.

Existen distintos modos de introducir el modelo STEM en la práctica educativa, como son: exploratorio (a través de actividades extraescolares o no convencionales); introductorio (a través de trabajos 'complementarios' a la clase tradicional); inmersión parcial (se realizan algunos temas o actividades incorporados al plan de estudios); y de inmersión total (incorporación total al plan de estudios). El último de ellos, al menos hasta donde alcanza el conocimiento del autor es, a día de hoy, más una aspiración que una realidad (salvo casos puntuales), siendo los dos primeros procedimientos los más extendidos.

En todo caso, el propio modelo de educación STEM o STEAM no está exento de polémica, como se puede apreciar a través de artículos recientes (García Carmona, 2020; Quílez Pardo, 2022), donde lo califican como 'distractor' para la enseñanza de las ciencias o 'moda educativa' sin claro fundamento.

1.2. El análisis DAFO

La metodología DAFO (también conocida como FODA, cambiando el orden de las palabras, y SWOT en inglés, por: *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) es una herramienta de análisis estratégico, muy utilizada en empresas e instituciones, con el objetivo principal de obtener un diagnóstico sobre una situación concreta (un servicio, un producto, una organización...), para implantar acciones y medidas correctivas oportunas, con las que obtener mejores resultados en el futuro (Namujenyi *et al.*, 2019). Es decir, es un modo de facilitar la formulación de estrategias de acción para la mejora. Para ello, se seleccionan los elementos que ocasionan un mayor impacto sobre la misión y visión de la entidad o del proyecto concreto. Aunque surgió hace más de medio siglo en el ámbito empresarial, se extendió pronto a otras áreas (Aliaga *et al.*, 2018). Esta labor se hace normalmente mediante estrategias y reuniones de trabajo en grupo, donde se recoge al final una matriz (elaborada bien en pantalla de ordenador, bien en papel o pizarra), que permite visualizar todos los factores de forma inmediata.

El análisis DAFO es un mapa mental que permite estudiar una situación concreta, analizando la parte interna (debilidades y fortalezas) y la parte externa (amenazas y oportunidades), al considerar estos aspectos:

- Debilidades: puntos débiles y aspectos desfavorables de la empresa, institución o situación.
- Fortalezas: puntos fuertes, capacidades y recursos de la propia entidad.
- Amenazas: factores del entorno que ponen en peligro los aspectos analizados.
- Oportunidades: factores del entorno que son favorables y positivos a los aspectos analizados.

Fortalezas y oportunidades son valores positivos, mientras que debilidades y amenazas suponen valores negativos. En la tabla I se coge el estilo típico de una matriz DAFO. A veces, una vez identificados los epígrafes de los cuatro factores, se les asigna un valor numérico proporcional a la intensidad de impacto previsto.

TABLA I. Matriz típica utilizada en el análisis DAFO o FODA.

Análisis	Valor positivo	Valor negativo
Interno	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Externo	OPORTUNIDADES	AMENAZAS

2. ANÁLISIS DAFO DE LA EDUCACIÓN STEM

En el caso descrito aquí, el análisis DAFO ha sido una inspiración y punto de partida para hacer un ejercicio de evaluación de la educación STEM o STEAM. No se ha realizado como tarea colaborativa, sino de forma individual, por parte del autor, para lo que ha tomado en cuenta las referencias ya citadas sobre el tema (incluyendo las correspondientes citas bibliográficas incluidas en ellas). Además, por razones de espacio, en vez de recoger en una matriz única todas las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, se recogen en los siguientes epígrafes, de forma separada, optando así por un estilo narrativo. Con ello se pretende también ampliar el razonamiento de las cuestiones y presentar más detalladamente las reflexiones inherentes.

Cabe destacarse que no siempre es fácil distinguir entre debilidad y amenaza o fortaleza y oportunidad, y más en un tema tan amplio como el que se estudia aquí.

2.1. Debilidades de la educación STEM o STEAM

- Existe una ambigüedad conceptual (carencias teóricas), con una falta de significado claro y compartido de sus principios y su puesta en práctica en la tarea educativa.
- Gran parte del profesorado no sabe lo que implica exactamente y encuentra difícil integrar la ciencia y la tecnología. Como consecuencia de esto, aspectos como el 'conocimiento didáctico del contenido' (PCK, *pedagogical content knowledge*), que es una de las piedras angulares del profesorado en la didáctica moderna, está muy limitado.
- El profesorado, hasta el momento, y en general, está formado en especialidades, sin las competencias necesarias para la enseñanza de otras áreas (conocidas como '*out of field*' en inglés) para llevarlo a cabo con garantías.
- Todavía es más complicado llevar a cabo la educación STEM para el profesorado de las etapas más básicas. En España, por ejemplo, la formación en ciencias del profesorado de educación primaria está muy limitada en los planes de estudio vigentes y, además, suele tratarse de una titulación cursada solo por un pequeño porcentaje de alumnado procedente del bachillerato científico.
- Muchas actividades STEM consisten en realizar dispositivos y objetos, pero no siempre en educación se trata de 'crear'; la ciencia también se dedica a 'estudiar' distintos fenómenos. Por ejemplo, construir un modelo de barco con ciertos materiales o fabricar objetos en impresoras 3D, sin fundamento ni discusión, simplemente por el hecho de 'hacer algo STEM', puede que sea poco formativo.
- Se puede negar al alumnado reconocer qué significa 'saber algo con cierta profundidad' promoviendo, por lo contrario, un 'modelo tertuliano' (aludiendo así a muchos debates de televisión donde parece que todos los intervinientes son expertos en todos los temas contemporáneos, de los que aparentemente tienen una opinión muy bien formada).
- Implica cambios de paradigma, lo que siempre es complicado y que, además, concierne no solo al profesorado, sino también al alumnado, sus familias y el entorno social.
- Hay proyectos en los que se trabajan muchas disciplinas aparentemente, pero donde no está claro qué aportan. Por ejemplo, crear y cantar un *rap* sobre la obra de Newton o hacer un festival de disfraces de elementos químicos puede ser, sin el debido cuidado, una actividad divertida o distendida, pero sin ningún valor formativo.
- Los problemas de la vida cotidiana suelen ser complejos y, por tanto, el profesorado tiene que trabajar mucho en sus fundamentos para manejarlos en las actividades educativas y situaciones de aprendizaje que se proponen a los alumnos.
- Existe una dificultad en la evaluación, pues se tiene que cambiar de considerarla principalmente un paso individual y disciplinar, a otro a realizar en grupos de profesores y de forma transdisciplinar.

2.2. Fortalezas de la educación STEM o STEAM

- Se promueve un currículo más integrado, al favorecer la interdisciplinariedad y no una visión fragmentada de la realidad, más limitada.

- A diferencia de los planes de estudio convencionales, supone una forma de introducir la ingeniería desde los primeros años, facilitando así su conocimiento.
- Fortalece tanto los ámbitos de la ciencia como los de la tecnología.
- Permite abordar problemas reales, necesidades e intereses de los alumnos.
- Amplía las posibilidades laborales de los alumnos.
- Favorece el aprendizaje por indagación, centrado en el alumno, que es uno de los aspectos más destacados en las propuestas emanadas desde la didáctica de las ciencias experimentales.
- Aunque la 'A' de STEAM se suele remitir al diseño, puede referirse también tanto a las artes plásticas (el propio diseño, pintura, escultura, dibujo, vídeo, teatro, música, danza...) como a las liberales (humanidades), considerando así aspectos como creatividad, literatura, filosofía, etc., lo que amplía las posibilidades formativas.
- Como el arte plástico, las actividades STEAM no tienen que 'ser bonitas' *per se*; su función principal es 'interpelar' (emocionar, hacer reflexionar...). Por ejemplo, si tras estudiar las propiedades de los elementos químicos y su ubicación en la tabla periódica, se hace una actividad de disfraces con los alumnos, puede tener sentido la 'A'.
- Se promueve el trabajo en equipo del profesorado, lo que constituye, quizá, una de las 'asignaturas pendientes' en la práctica educativa. La promoción de la educación por 'ámbitos de conocimiento' con profesores de distintas áreas, máxime cuando se promueve desde el ámbito legislativo, no está exenta de polémicas (al menos en fechas recientes en España), y depende mucho del ambiente a nivel personal y del clima de trabajo del centro.

2.3. Amenazas de la educación STEM o STEAM

- No hay consenso sobre qué es, planteándose múltiples preguntas al profesorado, como: ¿se trata de nuevos recursos? ¿Se refiere a nuevos contenidos? ¿Es una nueva metodología? ¿Qué ciencias se engloban? ¿Cómo se puede evaluar?...
- Aparece (o se presenta) como un nuevo enfoque educativo, sin haber madurado aún otros (aprendizaje por indagación; aprendizaje basado en problemas o casos; enfoques de ciencia, tecnología y sociedad; etc.) propuestos frente al modelo tradicional. Al respecto, hay que considerar que este tipo de cambios metodológicos necesitan tiempo.
- Hay profesores que plantean que puede llegar a ser una 'distracción' para el proceso de mejora de la didáctica de las ciencias.
- No hay pruebas empíricas de su efectividad. Como en tantas otras ocasiones en didáctica de las ciencias, a veces se alude simplemente y de forma etérea a que 'mejora la motivación' de los alumnos.
- El aprendizaje por descubrimiento, que se considera que debe promocionarse en la enseñanza STEM, también puede ser motivo de frustración y desorientación para muchos alumnos y profesores (más acostumbrados a problemas de carácter cerrado).
- Puede generar un tratamiento excesivamente simplista del valor disciplinar. Así, la 'S' podría referirse solo a ciencia aplicada, las 'T' y 'E' al uso de herramientas TIC o robótica, la 'A' a la construcción de 'objetos bonitos' y decorados, y la 'M' al mero uso de una calculadora. No se trataría, por tanto, de experimentar y medir y, de algún modo, no se considerarían tampoco las áreas implicadas como 'distintas formas de ver y afrontar la realidad'.
- Si se contemplara también la perspectiva social y humanística, agruparía 'todo el saber', haciendo que se trate de un conjunto difícil de abordar.
- Puede provocar una falta de visión de la estructura y la práctica de cada disciplina, generando lagunas conceptuales o una excesiva trivialización.
- Es proclive a generar lo que algún experto ha denominado el 'síndrome de la compra' por parte del profesorado, que se ve 'agobiado' por tener que adquirir impresoras 3D, manejar ciertos programas informáticos (como Arduino), etc., sin tener claro con qué fin.
- Puede generar frustración entre el profesorado, considerando que se trata de unos 'anglicismos más' para el ámbito educativo (como los recientes *escape room*, *flipped classroom*...), asumiendo que se trata de 'una moda didáctica más', aceptada de forma acrítica.

2.4. Oportunidades de la educación STEM o STEAM

- Está presente y se fomenta desde ámbitos muy variados, como publicaciones (generalistas y especializadas en educación), redes sociales, mensajes de políticos, planes gubernamentales, proyectos divulgativos, juguetes (robots, construcción...), actividades extraescolares, congresos educativos e incluso en los medios de comunicación, siendo ya unas siglas cuyo significado está bastante extendido.
- En la sociedad contemporánea, es necesario alfabetizar y capacitar en estos ámbitos a la ciudadanía, que debe entender el vocabulario asociado a temas como medio ambiente, energía, economía circular, etc.
- Se favorecen vocaciones, al aumentar el conocimiento sobre la temática. Por lo menos, se pueden descartar ideas equivocadas, como que ingeniería y matemáticas no son fácilmente accesibles a las chicas.
- Supone una oportunidad para reflexionar sobre las formas de hacer y pensar con las ciencias e ingenierías, es decir, de los sistemas culturales con los que cada campo de conocimiento interpreta la realidad.
- Permite apreciar cómo se desarrolla una tecnología y cuál es la adecuada en casos concretos.
- Se apoya el uso de la ingeniería, a cierto nivel, desde infantil y primaria; de hecho, cada vez se extiende en más escuelas.
- Permite impulsar las capacidades de alumnos de ambos géneros y de todas las edades.
- Se fomenta el aprendizaje en equipo, así como la toma de decisiones y el pensamiento crítico.
- Se deben abordar problemas reales de interés social.
- Facilita una aproximación interdisciplinaria que puede ser efectiva cuando se dominan los principios básicos de cada materia a relacionar.

3. ALGUNAS FUENTES DE RECURSOS Y EJEMPLOS PARA LA EDUCACIÓN STEM O STEAM

Como se ha indicado, ya han pasado unas dos décadas desde que se empezó a hablar de la educación STEM o STEAM, bien como elucubración de futuro, bien como realidad en las aulas. Por ello, se han generado multitud de herramientas y recursos. Aunque ya se trató el tema en otro trabajo (Alcázar y Pinto, en prensa), donde se sugerían una gran variedad de recursos para la educación STEM, se destacan algunos a continuación, a modo de ejemplo:

- Revistas específicas. Además de publicaciones educativas 'clásicas' sobre química, física y otras ciencias o ingenierías, donde hay un buen número de artículos al respecto, existen revistas específicas sobre el ámbito STEM, como: *Journal of Research in STEM Education*, *European Journal of STEM Education*, *International Journal of STEM Education*, *Journal of STEM Education*, *Science in School* y *Journal of STEM Education: Innovations and Research*.
- Entidades, como el proyecto educativo *Scientix* (Prolongo y Pinto, 2019), ampliamente consolidado, y las iniciativas *STEM Learning* y *Science on Stage Europe*. A través de sus páginas web se puede encontrar material de gran utilidad para docentes de las distintas etapas educativas.
- Casos concretos, que el autor de este trabajo ha llevado a cabo, durante más de tres décadas. Tras implementarlos y validarlos en sus clases de diferentes asignaturas y titulaciones universitarias, así como en cursos de formación del profesorado, los ha publicado en varias decenas de artículos. Puede accederse fácilmente a estos contenidos en la dirección web: <http://bit.ly/2pfEUPx>.

Estos últimos trabajos citados, que se han ido actualizando y completando con el tiempo, sirven para poner en contexto la novedad o no de la educación STEM. Al principio, estas herramientas se consideraban por el autor como nuevos casos prácticos (experimentos realizables fácilmente, problemas, cuestiones...) para los que sus alumnos de primer curso de ingeniería apreciaran la utilidad de la química; posteriormente, los englobó como ejemplos de "química y vida cotidiana" y, seguidamente, como casos para promover el pensamiento crítico, la enseñanza contextualizada, los enfoques CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), el aprendizaje basado en la indagación (normalmente dirigida), el aprendizaje basado en problemas o casos y, de forma global, un aprendizaje activo (Pinto y López Hernández, 2022). Todo este enfoque, más adelante se consideró como herramientas para la formación en competencias y, actualmente, como aproximaciones a la educación STEM o STEAM. Además, muchos de ellos fueron idóneos para proponer trabajos a los alumnos en tiempos de pandemia

(Pinto, 2020) y son ejemplos concretos de lo que actualmente se conocen como “situaciones de aprendizaje” que, al menos en España, suponen una novedad. Son una nueva herramienta educativa, promovida desde la legislación ya citada (LOMLOE), donde se concreta el aprendizaje por competencias. Son un conjunto de tareas que incita a los alumnos a utilizar conocimientos y competencias adquiridos, para resolver problemas concretos, con lo que se vincula el aprendizaje a la realidad. A través de múltiples foros, muchos profesores han manifestado que necesitan más preparación al respecto, para poder llevarlo a la práctica educativa.

Por destacar solo cuatro casos desarrollados por el autor, se citan los siguientes ejemplos:

- Estudio experimental de la velocidad de fusión del hielo en distintos medios, como agua y agua con gran cantidad de cloruro de sodio disuelto (Pinto y Lahuerta, 2015; Pinto y Martín Conde, en prensa). Los alumnos se introducen en el método científico y abordan aspectos como las corrientes de convección, las corrientes termohalinas de los océanos, el transporte de microplásticos en las profundidades marinas y la cristalización de hielo con propiedades especiales en ambientes acuosos de gran salinidad como se estima puede existir en algunos satélites de Júpiter.

- Estudio del fundamento y fabricación de las conocidas como bebidas autocalentables, y propuestas de mejora en su diseño y en la preparación de envases autoenfriables (Prolongo y Pinto, 2010).

- Enfriamiento del agua en recipientes de cerámica porosa, con fundamento, aplicaciones e implicaciones, que incluyen aspectos de física (presión de vapor, termodinámica, transferencia de calor, humedad relativa, evaporación, temperatura y climatología), tecnología e ingeniería (fabricación de cerámica y conservación de alimentos), química (estructura de arcillas, calor de vaporización e influencia de la temperatura en la cinética de reacción), geología (recursos naturales e interpretación de mapas), matemáticas (cartografía, geometría, resolución de ecuaciones y realización de gráficas), arte (cerámica y cultura tradicional), geografía (países y zonas climáticas), biología (degradación de alimentos), y sociología (tareas agrícolas, roles sociales y acceso a la educación) (Pinto *et al.*, 2017).

- Fundamento de la importancia del uso de las calderas de condensación domésticas frente a las convencionales. En este caso, la tecnología que permite obtener el agua obtenida en la combustión de un combustible (como el gas natural), en forma líquida, en vez de en fase gas, promueve el ahorro de cerca de un 10% tanto de consumo (especialmente importante, por ejemplo, durante la presente etapa histórica en Europa, con el conflicto bélico en Ucrania, por la dependencia de los países occidentales del gas natural ruso) como de emisiones de CO₂ (Pinto, 2013).

Los objetivos que se pretenden alcanzar con este conjunto de herramientas diseñadas son: favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, promover la motivación (de alumnos y de profesores) y el aprendizaje activo, facilitar el empleo de herramientas educativas innovadoras (especialmente para el aprendizaje basado en problemas y en la indagación), favorecer el pensamiento crítico, promover la interdisciplinariedad, facilitar la formación en ciertas competencias transversales y colaborar en la formación ciudadana. Es decir, a juicio del autor, suponen ejemplos de ‘situaciones de aprendizaje’ para la educación STEM y STEAM.

4. CONCLUSIONES

A través del análisis DAFO seguido para secuenciar y ordenar ideas en torno a la educación STEM o STEAM, se puede concluir que, a juicio del autor, no se trata, en sí, de una nueva metodología educativa, sino de una forma de señalar y destacar áreas científicas y tecnológicas.

En todo caso, dada la difusión de las propias siglas en diferentes entornos, desde los medios de comunicación a la legislación educativa, se recomienda que se aproveche su potencialidad para aspectos como: promover un aprendizaje activo y crítico de las ciencias, trabajar con recursos educativos interdisciplinares, introducir ciencia y tecnología (a un nivel adecuado) desde las primeras etapas educativas, y potenciar el trabajo en equipo, tanto del alumnado como del profesorado.

Se valora que, sin ser una novedad conceptual o metodológica relevante desde el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales, sí puede servir para impulsar la educación en ciencia y tecnología, en todas las etapas educativas, promover la reflexión del profesorado sobre la aplicación de nuevas situaciones de aprendizaje, y catalizar la colaboración entre docentes de distintas áreas.

En todo caso, sería conveniente intentar ‘vencer’, o al menos aminorar, las amenazas y debilidades inherentes, y ‘potenciar’ las oportunidades y fortalezas que se han ido señalando a lo largo del texto, en relación a lo que concierne a la educación STEM y STEAM.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la ayuda recibida por la Comunidad de Madrid, a través del Convenio Plurianual con la Universidad Politécnica de Madrid, dentro de la línea de actuación «Programa de Excelencia para el Profesorado Universitario», en el marco del V Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica, PRICIT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcázar, V. y Pinto, G. (en prensa). Recursos para la didáctica de las ciencias en M. González Montero de Espinosa y A. Herráez (Editores), *Experiencias y Estrategias de Innovación Educativa en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas* (Vol. III). Grupo SM, Madrid.
- Aliaga, F. M., Gutiérrez-Braojos, C. y Fernández-Cano, A. (2018). Las revistas de investigación en educación: Análisis DAFO. *Revista de Investigación Educativa*, 36(2), 563-579. <http://dx.doi.org/10.6018/rie.36.2.312461>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press, Arlington, Virginia, EE UU.
- García Carmona, A. (2020). STEAM, ¿Una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 35-50. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533>
- Namugenyi, C., Nimmagadda, S. L. y Reiners, T. (2019). Design of a SWOT analysis model and its evaluation in diverse digital business ecosystem contexts. *Procedia Computer Science*, 159, 1145–1154. <https://bit.ly/3hbTUOz>
- Pérez Torres, M., Couso, D. y Márquez, C. (2020). ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1301-1321. <https://bit.ly/3W1HZ4C>
- Pinto, G. (2013). Termoquímica de las calderas domésticas de condensación: Un caso de aprendizaje contextualizado por indagación dirigida. *Educación Química, EduQ*, 14, 29-38.
- Pinto, G. (2020). El laboratorio en casa: Ideas para realizar trabajos experimentales con objetos cotidianos. *Educación en la Química, Edenlaq*, 26(2), 177-192. <https://bit.ly/3HiF186>
- Pinto, G. y Lahuerta, P. (2015). Velocidad de fusión del hielo en distintas disoluciones: Un ejemplo de aprendizaje activo de la ciencia. *Educación Química, EduQ*, 21, 54-62. <https://bit.ly/3BjaX8l>
- Pinto, G. y López Hernández, I. (2022). Context and inquiry-based chemistry teaching and learning for engineering students en Iztok Devetak (Editor), *University Chemistry teaching in the 21st century* (pp. 12-25). University of Ljubljana, Faculty of Education, Liubliana, Eslovenia. DOI: 10.26529/9789612532970/ch1

ENTRE EL HIELO Y EL FUEGO: LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE ALIMENTOS EN EL MUNDO DE GEORGE R.R. MARTIN COMO PROPUESTA CTS

Damian Lampert¹ y Silvia Porro²

¹ Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes/ CONICET. Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

² Universidad Nacional de Quilmes. Quilmes, Buenos Aires, Argentina.
damian.lampert@unq.edu.ar , sporro@unq.edu.ar

Resumen

En este trabajo, se presenta una propuesta educativa para enseñar temas de alimentación, bajo el enfoque CTS, a partir de la saga Canción de Hielo y Fuego de George R.R. Martin. La misma se desarrolló en un profesorado con el fin de incentivar al estudiantado a que trabajen, en sus futuros cursos a cargo, con series, películas y obras literarias. La propuesta educativa incluyó aspectos de conservación y manipulación de alimentos en un contexto medieval. El interés, la motivación y la utilidad, fueron algunos de los puntos que el estudiantado valoró positivamente de la propuesta presentada.

Palabras clave: Naturaleza de la Ciencia; Alimentos; Juego de tronos.

Abstract

In this work, an educational proposal is presented to teach food topics, under the STS approach, from The Song of Ice and Fire series by George R.R. Martin. It was developed in a teaching staff in order to encourage the students to work, in their future courses in charge, with series, films and literary works. The educational proposal included aspects of food conservation and handling in a medieval context. The interest, the motivation and usefulness were some of the points that the students valued positively about the proposal presented.

Keywords: Nature of Science; Food; Game of Thrones.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de analogías literarias es un recurso que cada día se implementa en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Sobre todo, si las obras literarias se sitúan en un contexto medieval que permiten trabajar aspectos de Historia de la Ciencia y con la misma, la incorporación de temas de Naturaleza de la Ciencia (NoS o NdC). El uso de obras literarias, series y películas permite acercar al estudiantado con la ciencia para poder analizar o cuestionar los fenómenos que se presentan.

Vázquez, Acevedo y Manassero (2004, p:3) indican que “la NdC es un metaconocimiento sobre la ciencia que surge de las reflexiones interdisciplinarias realizadas desde la historia, la filosofía y la sociología por especialistas de estas disciplinas, pero también por algunos científicos insigues. La NdC incluye la reflexión sobre los métodos para validar el conocimiento científico, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad “. Incorporar aspectos de NdC implica trabajar con diferentes metaconocimientos en la enseñanza de las ciencias: geografía, sociología, historia, filosofía. De esta forma, la incorporación de temas de NdC permite la articulación entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS).

Existen múltiples investigaciones sobre el uso de obras literarias, series y películas en la enseñanza de las ciencias como El señor de los Anillos (Souza-Hart,2011), Harry Potter (Pérez y Matarredona, 2012), Los Simpson (Farré et al., 2018) entre múltiples ejemplos. Muchas de estas obras incluyen seres fantásticos que se presentan como una estrategia innovadora para trabajar la ciencia. Ariza y Vázquez Alonso (2013),

desarrollaron una propuesta CTS para trabajar temas de NdC en relación a una supuesta investigación sobre la capacidad reproductiva de ficticios dragones. Para ello, proponían la siguiente introducción y luego, una serie de preguntas relacionadas al desarrollo de nuevos conocimientos científicos:

“Los dragones son criaturas desconocidas y sofisticadas. Su proceso reproductivo es delicado y actualmente se consideran una especie en extinción. Se trata de animales ovíparos, que sólo se pueden reproducir una vez, generando un descendiente por huevo y hasta el momento, se creía que cada dragón hembra era capaz de poner únicamente un huevo a lo largo de su ciclo vital. No obstante, los últimos estudios llevados a cabo por científicos, revelan que existen dragones que pueden poner dos huevos, incluso se han encontrado criaturas que se han reproducido a través de tres huevos” (Ariza y Vázquez Alonso, 2013, p. 89).

Lampert y Ayosa (2017) realizaron libro de divulgación sobre la enseñanza de la Química, la Biología y la Física a partir de los Pokemon. De forma que el estudiantado podía caracterizar las reacciones químicas que ocurrían en los ataques de estos seres, las manifestaciones de energía y la taxonomía y evolución. El uso de ese libro, y su posterior aplicación como secuencia didáctica, permitió mejorar la comprensión de la NoS en el profesorado, sobre todo, a partir de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (Lampert y Porro, 2019).

En una investigación reciente, Liria (2022) concluye que el uso de seres vivos imaginarios es una estrategia didáctica innovadora que favorece la creatividad y el espíritu investigativo del estudiantado.

1.1. Canción de hielo y fuego y la enseñanza de las ciencias

George R.R. Martin, creó una saga literaria (Canción de Hielo y Fuego) (1996; 1999; 2000, 2005; 2011) con su aparición televisiva con el nombre de Game of Thrones (Juego de tronos). Esta saga implica en simultáneo épica y fantasía ya que todos los elementos son propios de la Edad Media, el feudalismo y el vasallaje (Ballar, et al., 2019). Asimismo, el autor situó a las novelas en un mundo totalmente ficticio con componentes fantásticos y mágicos que van desde dragones hasta la geografía propia de los continentes presentados: Westeros, Essos, Sothoryos y Ulthos.

El mundo creado por George R.R. Martin, fue utilizado como herramienta educativa en varias investigaciones. Ballar et al., (2019) desarrollaron un libro bajo el nombre de “Ciencia, Ficción y Tronos” donde presentan cuatro puestas educativas a partir de la serie: la articulación con la literatura, la geografía como arma para la guerra, las características químicas del muro y el desarrollo del conocimiento científico dentro de la serie. En palabras del equipo de autoría:

“Con esta obra creemos que es posible revisar, comparar y diferenciar temáticas actuales con la épica del medioevo, así como personajes, aspectos de la lengua, la estratificación de clases, el rol de la mujer, el pensar de la Iglesia, etc., que nos obliga a cuestionar y poner en tela de juicio nuevos aspectos y apreciaciones ante los ojos del público del siglo XXI, para enriquecer, al final de cuentas, la instancia de adquirir nuevas visiones y promover el pensamiento autónomo” (Ballar et al., 2019, p.5)

Siguiendo los aspectos de NdC, los capítulos de aquel libro denominados “Laboratorios de tronos” y “Rompiendo el muro con la físico-química” (Jeannerot, 2019), son propuestas contextualizadas en la historia de la ciencia para la enseñanza de la química. Además, el capítulo “Geografía: un arma para el juego de tronos” (Cortizas e Irigoyen, 2019), si bien su contenido se orienta al análisis de los componentes del territorio, es una herramienta útil para la utilización de la geografía como metacognición para la enseñanza de temas ambientales, por ejemplo.

Dentro de la Biología, Lampert et al., (2020) proponen una actividad sobre anatomía y alimentación del lobo huargo como propuesta CTS. Asimismo, Liria (2022) realizó un análisis sobre las áreas de endemismo en los continentes del mundo de Martin, como primera etapa de un análisis biogeográfico. Esta investigación concluyó con la motivación del estudiantado participante y el desarrollo de habilidades creativas (Liria, 2022). En línea con esta investigación, se presenta una propuesta educativa para trabajar temas de alimentación en un profesorado de orientación técnica formado por 10 personas.

Materiales y métodos

La propuesta educativa, denominada “lazos alimentarios”, se trabajó a partir de una clase expositiva y preguntas que guían la articulación entre la saga, el contexto medieval y los temas de alimentación.

1.2. La enseñanza de temas de Alimentación en el mundo de juego de tronos

Contextualizando los acontecimientos de Poniente como un periodo medieval se puede vislumbrar una brecha entre las distintas clases sociales que también afecta en los privilegios de la alimentación: en primer lugar, la aristocracia que se la asigna como a la clase comedora de carne y alimentos fermentados, en cuya mesa se desprecian las hortalizas. En segundo lugar, los símbolos gastronómicos de la oposición ciudad-campo se basan en el pan, la carne en “mal estado”, los cereales, las bebidas contaminadas y todo producto aquel que se conseguía mediante la producción personal.

Las bebidas fermentadas tenían un papel fundamental en esta época, y no sólo debido al alcohol y sus múltiples efectos, sino también, por su acción antiséptica la cual era muy útil frente al agua contaminada que podía encontrarse debido a la falta de infraestructura de potabilización de agua.

Por tal motivo, en el contexto medieval de juego de tronos, se pueden trabajar múltiples aspectos de la alimentación: las enfermedades, la manipulación de alimentos, las tecnologías de conservación y la influencia ambiental.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La propuesta educativa de articulación, se trabajó en un grupo de 20 estudiantes del profesorado técnico, dentro de una asignatura de Actualización Científica. Este profesorado, es un tramo de formación pedagógica para toda persona que cuenta con un título de tecnicatura y desea dar clases en escuelas secundarias técnicas. La asignatura en cuestión, presenta como objetivo el abordaje CTS de temas de Química, Física y Biología. La propuesta se desarrolló en tres clases y consistió en una parte expositiva y otra en modalidad taller. La sección expositiva de la propuesta consistió en trabajar fragmentos de la serie donde se visualizaba la manipulación y producción de alimentos. Luego, se presentaron los procesos productivos de la cerveza y vino:

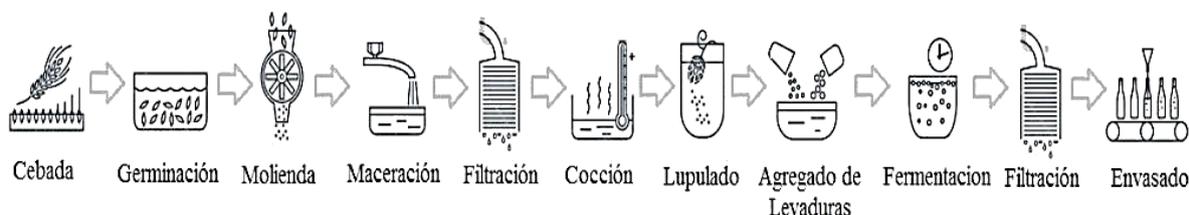


FIGURA 1. Proceso de elaboración de la cerveza

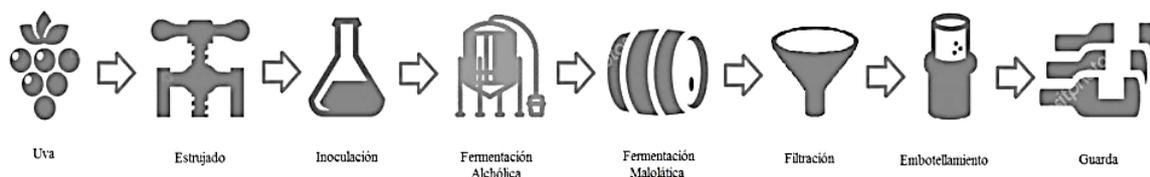


FIGURA 2. Proceso de elaboración del vino tinto.

A partir de ello, se plantearon los siguientes interrogantes que incluye una mirada histórica, sociológica y geográfica de la alimentación, dentro de la modalidad taller de la propuesta.

1- ¿Cuáles eran las principales Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) que se conocen de la edad media?

- 2- ¿Qué tecnologías de conservación permiten que el vino y la cerveza sean inocuos?
- 3- ¿Cómo los adelantos científicos y tecnológicos mejoraron (y empeoraron) la alimentación de las personas?
- 4- En el mundo de George R.R. Martin, se presentan diferentes platos típicos de acuerdo a las características geográficas del territorio. Ese punto, permite caracterizar a la Geografía de la Alimentación en el mundo de hielo y fuego. Por ejemplo, en el norte algunos de los platos típicos eran: pastel de ternera y panceta, pollo a la miel, puerros asados, manzanas al horno (Monroe-Cassel y Lehrer, 2012). ¿Cómo influyen las condiciones climáticas en el desarrollo de alimentos?

Luego de la realización de las preguntas, se realizó una puesta en común sobre la temática de los alimentos y se abrió la propuesta del abordaje de los alimentos en otras series o películas, como el caso de Harry Potter donde el estudiantado planteó su interés en la cerveza de manteca.

Para evaluar la propuesta, se realizaron preguntas, a modo de encuesta, que debían responder desde 1 a 4, siendo 1 “poco” y 4 “mucho”. Las preguntas se presentan a continuación:

- 1.- ¿Crees que esta propuesta educativa te ha ayudado a adquirir competencias científicas?
- 2.- ¿Consideras útil lo aprendido con esta secuencia?
- 3.- ¿Consideras interesante lo aprendido con esta secuencia?
- 4.- ¿Cómo ha sido tu grado de motivación en la propuesta educativa?

3. RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Los resultados de la encuesta se presentan en la Tabla I. Como puede apreciarse, la propuesta educativa fue valorada positivamente en relación a la utilidad, el interés y la motivación. Asimismo, el estudiantado valoró la propuesta a partir de diferentes propuestas de articulación en sus campos disciplinares. De forma que no solo la propuesta sirvió para replicarse, sino también para abrir nuevas articulaciones con series y películas. Por ejemplo, una estudiante propuso articular la temática de juego de tronos con la astronomía y analizar la muy famosa frase “el invierno se acerca”. Entendiendo que esta estación no es como la conocemos. Por otro lado, surgieron propuestas de enseñar química a partir de Breaking Bad y películas de superhéroes.

TABLA I. Resultado de las preguntas realizadas.

Pregunta	Valoración 1	Valoración 2	Valoración 3	Valoración 4
1.- ¿Crees que esta propuesta educativa te ha ayudado a adquirir competencias científicas?	0%	0%	90%	10%
2.- ¿Consideras útil lo aprendido con esta secuencia?	0%	0%	0%	100%
3.- ¿Consideras interesante lo aprendido con esta secuencia?	0%	0%	70%	30%
4.- ¿Cómo ha sido tu grado de motivación en la propuesta educativa?	0%	0%	0%	100%

La propuesta desarrollada permite incorporar otra visión sobre la implementación de sagas y obras literarias para la enseñanza de las ciencias. En este caso particular, incorporando aspectos de Química industrial y de los Alimentos. Asimismo, el abordaje de la Química que se plantea, permite incorporar aspectos de NdC a partir de diferentes metaconocimientos que se desarrollan en la contextualización medieval de la serie.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Programa de Investigación “Discursos, Prácticas e Instituciones Educativas” de la Universidad Nacional de Quilmes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariza, M. R., & Vazquez Alonso, Á. (2013). Investigando dragones: una propuesta para construir una visión adecuada de la Naturaleza de la Ciencia en Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 85-99.
- Ballar, L., Cortizas, L., Irigoyen, E. y Jeannerot, M. (2019). *Ciencia, Ficción y Tronos. Una analogía entre contenidos de las ciencias y el Juego de Tronos*. Buenos Aires: Tercero en Discordia.
- Cortizas, L., e Irigoyen, E. (2019). Geografía: un arma para el Juego de Tronos. En Ballar, L., Cortizas, L., Irigoyen, E. y Jeannerot, M. (autores y compiladores) *Ciencia, Ficción y Tronos. Una analogía entre contenidos de las ciencias y el Juego de Tronos*. Buenos Aires: Tercero en Discordia.
- Farré, A. S., Sánchez, G. H., Lorenzo, M. G., & Aires, E. C. C. B. (2018). Química y CTS: Los Simpsons para la alfabetización científica. *Reunión de educadores en la Química*, 74.
- Jeannerot, M. (2019a). Rompiendo “El Muro” con la físico-química. En Ballar, L., Cortizas, L., Irigoyen, E. y Jeannerot, M. (autores y compiladores) *Ciencia, Ficción y Tronos. Una analogía entre contenidos de las ciencias y el Juego de Tronos*. Buenos Aires: Tercero en Discordia.
- Jeannerot, M. (2019b). Laboratorios de Tronos. En Ballar, L., Cortizas, L., Irigoyen, E. y Jeannerot, M. (autores y compiladores) *Ciencia, Ficción y Tronos. Una analogía entre contenidos de las ciencias y el Juego de Tronos*. Buenos Aires: Tercero en Discordia.
- Lampert, D., y Ayosa, J. (2017). *Ciencias Pokenaturales*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Autores de Argentina.
- Lampert, D., y Porro, S. (2019). La enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en una clase de didáctica universitaria. *Indagatio Didactica*, 11(2), 297-306.



ELECTROQUÍMICA EN LA SECUNDARIA: APORTES PARA EL APRENDIZAJE CONTEXTUALIZADO Y BASADO EN PROBLEMAS SOCIOCIENTÍFICOS

Rosario Anthonioz–Blanc^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias Naturales y Museo, La Plata, Argentina

² Colegio Secundario Nuestra Señora del Valle

rablanc@fcnym.unlp.edu.ar

Resumen

En este trabajo se realiza una recopilación de la propuesta llevada a cabo para abordar contenidos relacionados con la electroquímica en la escuela secundaria. La propuesta se dividió en 4 ejes, para trabajar aspectos teóricos, ejercitación, laboratorios y problemáticas socioambientales asociadas a la temática. Se incluyen las actividades realizadas en los ejes 3 y 4, así como una evaluación de los resultados obtenidos y reflexiones sobre la inclusión de problemáticas ambientales como herramientas para poder establecer un vínculo entre los contenidos científicos y la vida cotidiana. Para esto último se analizaron noticias periodísticas referidas a la problemática del litio en Argentina. Los resultados obtenidos luego de llevar a cabo la propuesta fueron positivos, evidenciando el interés por este tipo de actividades, así como la necesidad de seguir propiciando espacios de debate y producciones orales y escritas en las clases de química.

Palabras clave: secundario; electroquímica; prácticas de laboratorio; problemas sociocientíficos; litio, textos periodísticos

Abstract

In this work a compilation of the proposal carried out to address contents related to the electrochemistry in high school. The proposal was divided into 4 axes, to work theoretical aspects, exercise, laboratories and socio-environmental problems associated with the subject. Activities carried out in axes 3 and 4, as well as an evaluation of the results obtained and reflections on the inclusion of environmental problems such as tools to establish a link between scientific content and everyday life, are included. For the latter, journalistic news related to the lithium problem in Argentina were analyzed. The results obtained after carrying out the proposal were positive, evidencing the interest in this type of activities, as well as the need to continue promoting spaces for debate and oral and written productions in chemistry classes.

Keywords: secondary; electrochemistry; Laboratory practices; socio-scientific problems; lithium, journalistic texts

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo sistematizar una experiencia áulica llevada a cabo en el Colegio Secundario Nuestra Señora del Valle (La Plata, Bs. As), en la materia Fundamentos de la Química, correspondiente a 5to año de la orientación en Ciencias Naturales. Se recopilan las actividades propuestas para abordar contenidos relacionados con Electroquímica, así como las cuestiones vinculadas a su puesta en marcha dentro del aula, a fin de reflexionar sobre los resultados obtenidos y proponer modificaciones que permitan experiencias superadoras en las futuras implementaciones de la secuencia didáctica. Asimismo, busca aportar herramientas para abordar el contenido científico desde enfoques diversos, que permitan construir aprendizajes contextualizados y tomar decisiones sobre aspectos de su vida cotidiana.

Para poder encarar un aprendizaje de la electroquímica que incluyera diferentes aspectos, se decidió organizar la unidad teniendo en cuenta 4 ejes: contenido teórico (eje 1), resolución de problemas (eje 2), prácticas de laboratorio (eje 3) y aplicaciones del tema en la vida cotidiana (eje 4). Cada uno de estos ejes implicaba que tanto la docente como el grupo de estudiantes fueran asumiendo roles diferentes, permitiendo la construcción de conocimientos a partir de distintas acciones y actividades dentro del aula.

Si bien durante el trabajo en clase se profundizó de igual manera en estos 4 ejes, en este trabajo se abordará lo realizado en los ejes 3 y 4, ya que éstos últimos representan el intento por incorporar prácticas que enriquezcan el contenido y facilitan la asimilación del mismo.

El eje 3, correspondiente a las prácticas de laboratorio, incluyó la realización de dos experiencias vinculadas con reacciones de óxido-reducción y electroquímica, que permitieran tener contacto con los fenómenos involucrados en los ejercicios resueltos previamente y la información teórica que sustenta la temática. Para diseñar esta actividad se tuvo en cuenta lo aportado por Gellon et al (2004), quienes expresan que *“para desarrollar herramientas de pensamiento acordes con la forma de conocer de la ciencia es sumamente importante que los estudiantes tengan la oportunidad de involucrarse personalmente en una investigación en la que intenten responder alguna pregunta”*. La actividad de laboratorio se estructuró teniendo en cuenta sea, como proponen Gellon et al (2004), una práctica que permite desarrollar ideas a partir de experiencias y no actividades en las que solamente se verifica lo que se estudió previamente en la clase, ya que afirman que de esta forma no se promueve un pensamiento empírico. Es decir, se buscaba que la práctica diera lugar a la producción propia de ideas, y no a la mera reproducción de un procedimiento. Respecto al registro de clases experimentales, Brizzio et al (2022) consideran que *“para que los estudiantes aprendan a escribir según los modos típicos de cada disciplina es necesario generar propuestas áulicas orientadas al desarrollo de una alfabetización específica en cada asignatura”*. Es por ello que, posteriormente a la realización de los laboratorios, los/as estudiantes debían entregar informes escritos grupales con lo registrado en la clase y las conclusiones obtenidas.

El eje 4 propone un abordaje de la temática de las baterías de litio, presentes en los teléfonos celulares y otros dispositivos. El objetivo de este eje era poder vincular los contenidos sobre electroquímica con la tecnología que utilizan diariamente los/as estudiantes, así como conocer el proceso de extracción y explotación del litio. Para ello se eligieron noticias periodísticas que permitieran conocer distintos aspectos sobre el litio, para posteriormente realizar un debate sobre la problemática y todas las aristas de la misma (tecnológica, política, económica, ambiental y científica). Respecto al uso de este tipo de bibliografía, Jarman y McClune (2007) consideran que las noticias científicas sirven para aprender sobre contenido científico, conocer los diferentes enfoques de la investigación científica, aprender sobre las relaciones ciencia-sociedad y, por último, para conocer el proceso de construcción de las noticias. Para posibilitar todos estos aprendizajes, se buscaron noticias que hicieran foco en distintos aspectos, teniendo en cuenta la clasificación que realizan Jimenez Riso et al (2010), según el tipo de evento al que refiere la información periodística. Estos autores proponen discriminar en: Investigación – Innovación tecnológica; Evento político – económico; Evento político – investigación; Evento o contenido divulgativo y Eventos negativos. La actividad incluía preguntas que permitieran reflexionar sobre cada una de las aristas mencionadas, a fin de lograr la formación de opiniones propias sobre la situación de la explotación de litio en Argentina y el uso del mismo en la fabricación de baterías. Esta actividad, junto con el posterior debate y puesta en común, se basa en las propuestas de abordar problemas sociocientíficos (también llamados cuestiones sociocientíficas) en el aula. Esta nueva perspectiva, según Martínez Pérez y Praga Lozano (2013), implica una *“transformación del rol docente y del papel del estudiante, de modo que este último fue considerado como un sujeto involucrado en un proceso de constitución de su ciudadanía, lo que exigió reconocer tanto la estructura teórica, conceptual y metodológica de las ciencias, como sus relaciones con aspectos ideológicos, políticos y éticos”*. Esta propuesta de trabajo implica, según estos autores, entender que *“el conocimiento tecnocientífico no puede ser apenas responsabilidad de científicos o gobiernos, siendo necesaria la participación de toda la ciudadanía en las discusiones sobre sus implicaciones socioambientales, tecnosociales y sociocientíficas.”* En este sentido, las reflexiones rondaron sobre cuestiones que tienen que ver con la explotación de recursos naturales, la investigación científica sobre fuentes de energía renovables, el consumo de tecnología y las legislaciones actuales en materia de explotaciones mineras, así como el posible impacto ambiental que genera el litio.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

2.1 EJE 3: PRÁCTICAS DE LABORATORIO

El eje 3 incluyó la realización de dos experimentos. Los objetivos de este eje fueron:

- Manipular instrumentos propios de las ciencias exactas y naturales (reactivos químicos, capsulas de petri, pipetas, entre otros)
- Comprender la diferencia entre reacción espontánea y no espontánea
- Entender el funcionamiento de una celda electrolítica
- Relacionar la teoría y la ejercitación práctica con lo observado en el laboratorio
- Formular hipótesis y elaborar conclusiones
- Registrar lo aprendido y elaborar un informe

La elección de los experimentos se realizó teniendo en cuenta estos objetivos, así como otras cuestiones vinculadas al contexto áulico. En primer lugar, las experiencias debían realizarse en un aula de clase tradicional, ya que la escuela no cuenta con un espacio de laboratorio, con todas las medidas de seguridad y equipamiento. Por ello, las mismas debían poder realizarse con elementos cotidianos, que pudieran conseguir fácilmente los/as estudiantes y la docente. En segundo lugar, debían ser experiencias que tuvieran vinculación directa con lo que se había explicado previamente en los ejes 1 y 2, pero que a la vez permitiera que generaran hipótesis sobre lo ocurrido en cada caso. Por último, las experiencias debían poder ser realizadas con escasa o nula asistencia de la docente, para fomentar la participación activa de los/as estudiantes y facilitar el trabajo en clase. En resumen, debían ser experiencias sencillas pero que permitieran la visualización de los contenidos de electroquímica.

Teniendo en cuenta esto, se eligieron experimentos que fueran punto de partida para reflexiones e hipótesis que pudieran respaldarse con lo trabajado previamente y permitieran abordar los dos aspectos centrales abordados en los ejes anteriores: celdas galvánicas y celdas electrolíticas. Se tuvo en cuenta que debía ocurrir una reacción espontánea en el primer caso y una no espontánea en el segundo, haciendo hincapié en esto durante el trabajo de laboratorio.

2.1.1 Experimento 1: recreando la reacción de la pila de Daniell (Celdas galvánicas)

La elección un experimento que estuviera relacionado con las celdas galvánicas fue dificultosa, en gran medida, por las limitaciones en el acceso a los materiales para recrear una pila con todas sus partes, ya que no se contaba con un puente salino ni con la posibilidad de medir el potencial de la celda.

Por este motivo, se optó por reproducir la reacción que se mencionaba en la bibliografía teórica, la cual es utilizada en la pila de Daniell.

En el experimento se utilizaron chapas de Zn y una solución de CuSO_4 para generar la oxidación del primer elemento y la reducción del segundo. Este fenómeno se evidenciaba por la aparición de una pátina rojiza sobre la superficie de la chapita, generada por la depositación de cobre metálico. Para enriquecer el experimento y posibilitar el uso de distintas herramientas de laboratorio, se realizaron tres procedimientos diferentes, a fin de evaluar como los cambios en el procedimiento inciden en los resultados obtenidos.

Para la elaboración del informe de esta experiencia, se pidió a los/as estudiantes que expresaran las reacciones químicas involucradas, realizaran el cálculo del potencial y explicaran por qué motivo este experimento no constituía una pila propiamente dicha.

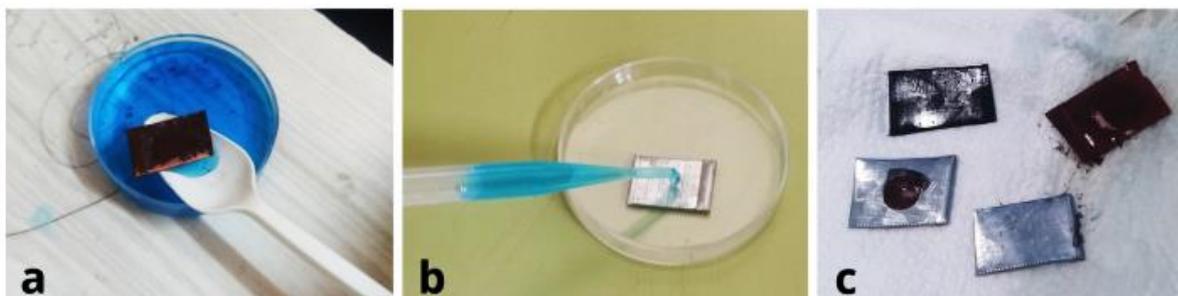


FIGURA 1. (a) Chapita de Zn con cobre depositado (b) Colocación de gota de solución de CuSO_4 sobre la chapita (c) Resultado de los tres procedimientos y comparación con una chapita original.

2.1.2 Experimento 2: electrólisis de agua (celdas electrolíticas)

La experiencia para trabajar con celdas electrolíticas fue encontrada en la página de divulgación científica de Faber Burgos Sarmiento¹, que sirvió de inspiración para poder adaptar la experiencia a las posibilidades del aula. En este caso, la complejidad para puesta en marcha del experimento radicó en la necesidad de contar con baterías para generar la corriente necesaria para las reacciones. Una vez resuelto este contratiempo organizativo, se procedió a montar una celda electrolítica usando electrodos de minas de grafito, los cuales estaban sumergidos en una solución de agua con NaHCO_3 .

En este caso se pudo observar la diferencia con el experimento realizado previamente, ya que en este caso la reacción no era espontánea, sino que necesitaba energía para ocurrir. Luego de conectar los electrodos a una batería de 9v se observó la generación de burbujas de O_2 y H_2 en los electrodos. Se evidenciaron también distintas variaciones en los resultados, las cuales fueron registradas por los/as estudiantes y explicadas en sus informes. Algunas se relacionaron con mala conexión de los electrodos a la fuente de energía, falta de carga de la batería y ausencia de NaHCO_3 , generando en todos los casos la ausencia de burbujas en los electrodos. Al igual que en el experimento anterior, se les solicitó que escribieran las reacciones químicas y que vincularan el experimento con las leyes de Faraday abordadas en el eje teórico.

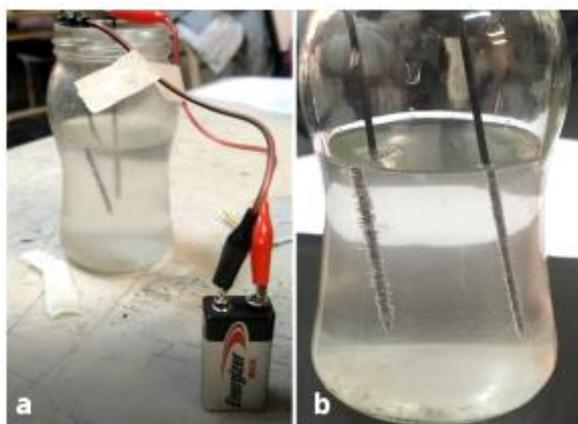


FIGURA 2. (a) Montaje de la celda electrolítica (b) detalle de las burbujas formadas en la reacción química.

2.1.3 Resultados obtenidos

La propuesta de trabajo de laboratorio despertó mucho interés por realizar los experimentos y por tratar de darle explicación a los fenómenos observados, lo que permitió intercambios entre los/as estudiantes, la docente y el contenido teórico.

Para la evaluación de la actividad de laboratorio se tuvieron en cuenta dos indicadores: participación y organización de los/as estudiantes durante la clase del laboratorio (cumplimiento de la consigna, manipulación adecuada de los elementos, registro del proceso, consultas a la docente, entre otros) y la calidad del informe escrito presentado (redacción, organización de la información, hipótesis y conclusiones construidas y cumplimiento de las pautas requeridas y de los tiempos de entrega pautados).

Teniendo en cuenta que no habían contado con prácticas de este tipo en años anteriores, durante la clase se observó mucha organización y concentración, realizando cada experiencia de forma ordenada, realizando anotaciones sobre lo observado y recurriendo a la docente cuando surgían dudas. Respecto a los informes, el alumnado tampoco tenía experiencia previa en este tipo de redacción, por lo que, si bien la mayoría de los grupos presentaron trabajos bien estructurados y completos, en algunos casos se identificaron problemas para poder vincular lo realizado en el laboratorio con lo visto previamente.

¹ <https://www.instagram.com/p/Cgf58nFAs6Y/>

2.2 EJE 4 CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD: EL CASO DEL LITIO EN ARGENTINA

El eje 4 estuvo orientado a reconocer los contenidos abordados en aspectos que se vinculan con la vida cotidiana, proponiendo analizar noticias periodísticas que relaten distintos aspectos sobre la explotación de litio en Argentina.

Los objetivos del eje fueron:

- Mejorar la comprensión lectora
- Conocer una problemática socioambiental actual de nuestro país
- Reconocer a la electroquímica en nuestra vida cotidiana
- Construir opiniones propias en base a la información leída y expresarlas en forma oral y escrita
- Fomentar la capacidad de escuchar opiniones diversas, argumentar y respetar las ideas de otras personas.
- Aportar a la toma de decisiones sobre las fuentes de información a la que recurren

Para ello se partió de poner en conocimiento a los/as estudiantes de dos cuestiones relevantes: en primer lugar, que los celulares actualmente se fabrican usando baterías de litio, y en segundo lugar, que nuestro país es poseedor de la segunda reserva mundial de litio.

Las noticias elegidas para la actividad fueron: (1) Argentina tiene 12 proyectos que lo convertirían en el primer productor de litio del mundo; (2) Terminó la construcción de la fábrica de baterías de litio que funcionará en La Plata; (3) Alberto Fernández estuvo en La Plata y recorrió la planta industrial de baterías de litio; (4) Minera canadiense comenzó la exploración en el Salar del Hombre Muerto, una de las mayores reservas de litio del país y (5) Así busca Argentina avanzar en la carrera regional por el litio.

Con estas noticias se pretendía reflexionar, con mediación de la docente, sobre distintos aspectos, que se debatieron en clase luego de leer las noticias. Entre ellos:

- El consumo masivo de tecnología cada vez más avanzada y la necesidad de extraer distintos elementos de la naturaleza para fabricarla,
- El problema de la explotación de multinacionales extranjeras sobre los recursos nacionales,
- El impacto ambiental que genera la extracción de litio, producción de tecnología y su posterior descarte,
- La ciencia nacional, financiada por el estado, y la apertura de una fábrica en las cercanías de la escuela,
- El interés económico del litio,
- La ciencia como construcción social, subjetiva y sujeta a intereses económicos, políticos y sociales,
- Las fuentes de información y su intencionalidad.

2.2.1 Desarrollo de la secuencia

La secuencia del eje 4 incluyó tres actividades. En primer lugar, cada grupo leyó de las noticias propuestas. Luego, se realizó un debate grupal, guiado por la docente, donde se discutieron las distintas dimensiones abordadas en los textos, así como otras inquietudes y reflexiones derivadas de la lectura. Por último, cada grupo redactó un informe escrito respondiendo algunas preguntas que guiaban la lectura y realizando un texto que pusiera en evidencia la opinión que habían podido construir a partir de la lectura y el debate.

2.2.3 Resultados obtenidos

El relevamiento de los logros producidos en esta unidad se llevó a cabo a partir de dos indicadores: la participación de cada estudiante durante el debate oral y la corrección de los informes escritos grupales confeccionados luego del debate. Respecto a la participación en el debate, los objetivos se cumplieron de manera parcial, ya que se esperaba que el alumnado se interesara por brindar su opinión oralmente durante el debate. Si bien hubo intervenciones interesantes, la mayoría no se sintió atraído la discusión propuesta en clase. Sin embargo, al momento de expresarse en el trabajo escrito que se solicitó, lograron realizar producciones propias que dieran cuenta de su opinión sobre el tema. Allí evidenciaron su entendimiento sobre las diferentes aristas presentadas en las noticias, pudiendo ponderarlas en pos de construir ideas propias. La mayoría de los grupos hicieron hincapié en el impacto ambiental diciendo, por ejemplo, que la extracción de

litio “es una práctica que requiere bombear y extraer grandes cantidades de líquido de los acuíferos de agua salada en una región desértica con un ecosistema muy delicado, y no sabemos hasta qué punto eso es regulado” (Grupo A)² así como que “presenta consecuencias negativas y principalmente en la naturaleza y en el medio ambiente, es el caso particular de Jujuy, en el norte de nuestro país donde la población tuvo que abandonar los cultivos debido a la pérdida de suelos y el desecamiento de la puna que implica que se sequen todas las reservas acuíferas esenciales para el cultivo de la zona” (Grupo B). Otro grupo, además expresó su preocupación sobre los mecanismos de gestión estatal de recursos naturales, al decir que, según su parecer, “es lamentable que el Estado no aprovecha nuestros propios recursos para el beneficio del país (...) sino que le permite a empresas extranjeras explotar nuestro territorio y nuestras reservas, únicamente recibiendo un pequeño porcentaje de las ganancias que obtienen dichas empresas” (Grupo C). El grupo D vinculó ambas aristas al opinar que “los potenciales impactos se pueden prevenir, mitigar, reducir y controlar a partir de la aplicación controlada y rígida de un sistema de gestión ambiental. Habría que llevar a cabo más estudios y analizar la situación de la explotación de los salares y los sistemas hidrogeológicos que los conforman y sus consecuencias”. Respecto al aspecto económico del problema, solo algunos grupos lo tuvieron en cuenta en su opinión: el grupo E expresó su deseo de que “estas decisiones traigan beneficios para la economía de todo el país y no de unas pocas empresas extranjeras y políticos”, mientras que el grupo B aseguró que consideran que “Argentina es uno de los países que más podría beneficiarse con el creciente interés por este recurso”. Por otro lado, solo el grupo C incluyó en su análisis cuestiones referidas a las fuentes de información, expresando que “las noticias nacionales hablan de manera muy optimista respecto a las operaciones de extracción de litio, omitiendo los impactos ambientales”. Este mismo grupo hizo referencia al papel de la ciencia en la problemática al concluir que “debemos tomar en cuenta que por más que estas actividades suelen estar reguladas por órganos científicos, la ciencia es una construcción humana y, por lo tanto, no es totalmente imparcial y responde a intereses”. Por último, es interesante que el grupo A escribió: “nos pareció importante recalcar que no teníamos idea que Argentina tuviera una reserva de litio tan grande, ni que había un mercado tan grande detrás del mismo”, evidenciando que tuvieron la oportunidad de conocer sobre un tema relacionado con los contenidos de la materia y con la actualidad del país.

3. EVALUACIÓN

Respecto a los mecanismos de evaluación de la unidad de electroquímica, se optó por la evaluación de todo el proceso de construcción de conocimientos sobre el tema, a través de la utilización de distintas herramientas. En primer lugar, se realizó la evaluación de la participación en clase durante los primeros dos ejes de trabajo, valorando la escucha de las explicaciones, el interés por realizar la ejercitación práctica y a realización de preguntas para resolver dudas sobre los contenidos. En segundo lugar, se evaluó el desempeño durante los laboratorios, desde el punto de vista de la organización para la realización del mismo y la obtención de los resultados esperados, así como a partir de los informes presentados. El eje 4 se evaluó a partir de una monografía que permitió dar cuenta del entendimiento de la bibliografía periodística y de la capacidad de construir ideas sobre la problemática. Por último, para realizar el cierre de la unidad, se realizó una evaluación escrita individual para verificar si se lograron construir los contenidos propuestos.

4. CONCLUSIONES

Luego de haber puesto en práctica este modelo de unidad temática dividida en cuatro ejes (teórico, práctico, laboratorios y análisis de problema sociocientífico), se puede dar cuenta de que los/as estudiantes no están familiarizados/as con el abordaje de los contenidos científicos desde las perspectivas de trabajo de laboratorio y comprensión lectora de bibliografía periodística científica.

En los ejes 3 y 4 se puso en manifiesto la escasa participación que suelen tener los/as estudiantes en las clases

² Para resguardar la identidad de los/as estudiantes se designará sus aportes utilizando letras (A, B, C, etc) para identificar a los distintos grupos de trabajo, conformados por 2, 3 o 4 estudiantes, según la organización elegida.

de química, ya que les resultó algo difícil producir escritos que dieran cuenta de sus construcciones sobre la temática. En general acostumbran a memorizar fórmulas y aplicarlas en resolver ejercicios, pero no tienen desarrollada la capacidad de expresarse de manera oral o escrita para dar a conocer sus opiniones. Esta situación requirió el acompañamiento por parte de la docente para que perdieran el miedo o vergüenza por generar escritos o participar oralmente de los debates propuestos.

Si bien en un primer momento la situación en los ejes 3 y 4 distó de lo esperado, el trabajo conjunto de la docente y los/as estudiantes permitió avances significativos, logrando que aumente el interés por participar y obteniendo producciones escritas de calidad en la mayoría de los grupos, que mostraron construcción de los distintos aspectos planteados en los ejes temáticos de la unidad de electroquímica, como se evidenció tanto en los informes de laboratorio como en las monografías entregadas al finalizar el debate grupal. Respecto a los informes de laboratorio, la mayoría de los grupos que entregaron los informes lograron organizar la información de manera coherente, fusionando saberes previos abordados en los ejes 1 y 2 con los nuevos aportes de información proporcionados por los experimentos, lo que les permitió elaborar explicaciones y conclusiones detalladas y argumentadas sobre lo que interpretaban luego de realizar ambos experimentos. Si bien los resultados fueron positivos, en próximas implementaciones se reforzarán algunas cuestiones vinculadas a las diferencias entre celda galvánica y electrolítica, que fue aquello en lo que algunos informes presentaron errores de concepto.

En relación al análisis de las noticias sobre la problemática del litio realizado en el eje 4, aunque finalmente lograron redactar opiniones fundamentadas en formato escrito, hubiera sido mucho más interesante que las mismas opiniones se expresaran oralmente durante los debates, para fomentar la capacidad de escuchar opiniones diversas, argumentar, respetar las ideas de otras personas y aprender de los distintos aportes de los grupos. En este sentido, viendo el rechazo inicial por leer tantos textos, se propone en el futuro otra dinámica, donde cada grupo lea una noticia y la analice siguiendo preguntas guía para luego compartir con el resto de la clase. Y, recién después de conocer todas las aristas, plantear el debate grupal, esperando que de esta forma sea más enriquecedor.

Para cerrar, la experiencia deja en claro que fomentar este tipo de espacios dentro de las aulas de química es un desafío, porque implica, como docentes, correrse de las "prácticas tradicionales" y dedicar muchas horas a generar propuestas que permitan en aprendizaje contextualizado de los contenidos científicos y, como estudiantes, adentrarse en nuevas formas de construir saberes, que desafían sus capacidades y los/as interpelan a reflexionar para construirse como ciudadanos/as capaces de tomar decisiones y expresar sus ideas. Es desde la práctica que puede darse forma a propuestas que permitan este tipo de aprendizajes que, por un lado estén vinculados con los contenidos curriculares y, por el otro, respondan a los intereses del estudiantado y le permitan entender un poco más sobre las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bizzio, M. de los A., Guirado, A. M. y Maturano, C. I. (2022, julio-septiembre). *Escritura de explicaciones a partir de experimentos en las clases de química*. Educación Química, 33 <http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/81470/72841>
- Gellon, G.; Rosenvasser Feher, E.; Furman, M. Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*- Editorial Paidós
- Jarman, R. y McClune, B. (2007). *Developing scientific literacy. Using news media in the classroom*. Maidenhead, Berkshire: Open University Press. McGraw-Hill
- Jiménez-Liso, M.R.; Hernández-Villalobos, L.; Lapetina, J. (2010). *Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 7, núm. 1, 2010, pp. 107-126 Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA Cádiz, España <https://www.redalyc.org/pdf/920/92013011008.pdf>
- Martínez Pérez, L.F., Parga Lozano, D.L. (2013). *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: Aportes para la formación del profesorado*. Universidad Pedagógica Nacional

PROPUESTA DE ARTICULACIÓN DE SABERES DE QUÍMICA ORGÁNICA Y DE ANTROPOLOGÍA EN UN MUSEO DE CIENCIAS

María Emilia Pérez¹, Silvia Marina Andrade², Ana Paula Chiramberro³,
María Soledad Scazzola⁴

¹ Facultad de Ciencias Naturales y Museo – Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina

^{2,3,4} Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina

memiliaperez@gmail.com, silandradelp@gmail.com,
anitachiramberro22@gmail.com, scazzolasol@yahoo.com.ar

Resumen

El Servicio de Guías del Museo de La Plata realiza, entre otras actividades educativas, realiza visitas guiadas destinadas a grupos escolares. Los/las docentes suelen solicitarlas para abordar temas relacionados a las Ciencias Naturales y Sociales, pero raramente para aquellos relacionados con las Ciencias Exactas. Específicamente para el área de las ciencias químicas, varios conceptos y procesos pueden abordarse en una visita al Museo, ya sea porque se encuentren representados explícitamente en las vitrinas o porque subyacen a los materiales exhibidos. En este trabajo se propone un posible recorrido por la sala de Evolución Humana, Ser y Pertenecer, articulando saberes propios de la química orgánica, con aquellos provenientes de la antropología y desarrollados en la sala. En particular, se busca profundizar, debatir y construir conocimiento en torno a cómo las biomoléculas permiten reconstruir el proceso de hominización y qué rol desempeñaron en el mismo. Así, se invita a docentes y estudiantes de nivel medio a pensar conceptos de química desde otro enfoque, aplicados a determinado contexto, para seguir poniendo en pregunta qué procesos nos hicieron humanos. Se espera que docentes de esta área conozcan algunos de los posibles temas que pueden trabajarse en una visita al Museo, invitando a tejer relaciones interdisciplinarias.

Palabras clave: Educación en Museos; Biomoléculas; Hominización; Interdisciplina; Diálogo de saberes.

Abstract

The Guide Service of the Museum of La Plata carries out, among other educational activities, guided tours for groups schoolchildren. Teachers usually request them to address issues related to Natural and Social Sciences, but rarely for those related to Exact Sciences. Specifically for the area of chemical sciences, several concepts and processes can be addressed in a visit to the Museum, either because they are explicitly represented in showcases or because they underlie the materials on display. This paper proposes a possible tour of the room of Human Evolution, Being and Belonging, articulating knowledge of organic chemistry, with those from the anthropology and developed in the room. In particular, it seeks to deepen, debate and build knowledge around how biomolecules allow us to reconstruct the hominization process and what role they played in it. Thus, it is invited teachers and high school students to think about chemistry concepts from another perspective, applied to a given context, to continue questioning what processes made us human. It is expected that teachers in this area learn about some of the possible topics that can be worked on during a visit to the Museum, inviting them to build relationships interdisciplinary.

Keywords: Museum Education; Biomolecules; Hominization; Interdiscipline; Knowledge dialogue.

1. INTRODUCCIÓN

El Museo de La Plata es un museo universitario dependiente de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (FCNyM-UNLP). Creado en 1884, su mirada evolucionista fundacional (Teruggi, 1988) sigue vigente en el recorrido “tradicional” que ofrecen sus salas: el circuito inicia hace 15 mil millones de años atrás, momento en el que se origina el Universo y, desde allí, se avanza en el tiempo geológico visitando

las salas de paleontología y, luego, las de zoología. Por último, el recorrido finaliza en el piso superior, donde se encuentran las salas de antropología, entre ellas, la sala de evolución humana, Ser y Pertener (Figura 1).

El Servicio de Guías del Museo de La Plata está integrado por estudiantes y graduados/as de las diferentes carreras que se estudian en la FCNyM: Licenciatura en Geología, en Antropología y en Biología (con las orientaciones en Botánica, Paleontología, Zoología y Ecología). Si bien las tareas educativas realizadas por el equipo de guías son muy diversas, las visitas guiadas representan una de las más difundidas, siendo solicitadas por grupos de visitantes muy heterogéneos: grupos escolares desde nivel inicial hasta nivel medio, universitario e institutos de formación superior, familias, centro de día, comedores, grupos turísticos, centros de jubilados, etc. En las visitas, buscamos promover el diálogo y la comprensión individual y colectiva, y fortalecer los vínculos entre diferentes grupos (escolares, docentes, familiares, comunitarios), contribuyendo al bienestar público mediante propuestas educativas de calidad (Alderoqui y Pedersoli, 2011).

En las visitas escolares, se abordan temáticas correspondientes a cada nivel, que forman parte de contenidos curriculares, utilizando recursos y estrategias apropiados a cada edad. Los temas a trabajar son acordados previamente con el/la docente, respetando la propuesta pedagógica que esté desarrollando el grupo en las aulas. Cabe destacar que el interés grupal también es tenido en cuenta al momento de realizar la visita guiada. Frecuentemente, son docentes de las áreas de las ciencias naturales y sociales quienes solicitan una visita guiada para su grupo, con temáticas referidas a evolución, paleontología, adaptaciones de los seres vivos, pueblos originarios, hominización, el antiguo Egipto, entre otras. En cambio, docentes de las áreas de ciencias exactas, no suelen solicitar una visita educativa para trabajar, con sus estudiantes, temas específicos vinculados con su propia área disciplinar.



FIGURA 1. Planos de planta baja y planta alta del Museo de La Plata.

Por esto, el objetivo de este trabajo, es proponer un posible recorrido químico por la sala de evolución humana “Ser y Pertener”. Asimismo, se busca invitar a docentes del área de las ciencias químicas y a sus estudiantes, a poner en juego sus miradas y enfoques para construir nuevos relatos e interpretaciones del patrimonio museal. Y, también, a seguir poniendo en pregunta, qué procesos nos hicieron humanos.

Las biomoléculas desempeñaron un papel central en el proceso de hominización, pero, además, permiten

reconstruir nuestra historia evolutiva y la dispersión del ser humano desde África, aportando a las evidencias de otras disciplinas, como la arqueología.

El estudio de las biomoléculas se aborda con diferentes niveles de profundidad, en distintas asignaturas de la educación secundaria. Para la Provincia de Buenos Aires, aparece, por ejemplo, en los Diseños Curriculares de nivel medio de las materias Química del Carbono, Introducción a la Química y Ciencias Naturales (Dirección General de Cultura y Educación, Gobierno de la Provincia de Buenos Aires). Por lo tanto, es una propuesta de actividad pensada para docentes de nivel medio de química y sus grupos de estudiantes, como cierre y aplicación de lo trabajado en el aula sobre biomoléculas. ¿Cómo las biomoléculas nos permiten conocer nuestra historia evolutiva? ¿Por qué jugaron un rol protagónico en este proceso?

Para esta propuesta, se eligió la Sala de evolución humana, Ser y Pertenecer, porque además de presentar vinculación con temáticas de química orgánica, permite trabajar la ciencia como construcción social, situada históricamente y, por tanto, dinámica. La hominización, en tanto proceso complejo, es un tema de acalorado y apasionante debate, reflexivo y que se encuentra en constante cambio con cada nueva interpretación o hallazgo. La sala cuenta con cuatro sectores o alas. En este trabajo, para cada una de ellas, se vincula lo allí exhibido con las diferentes biomoléculas: El primer sector, desarrolla las diferencias entre el ser humano y el chimpancé, y la divergencia de ambas especies desde un ancestro en común. Las vitrinas del segundo sector, exhiben diferentes transformaciones acaecidas durante el proceso de hominización, en el cual la ingesta de proteínas y lípidos fueron determinantes. La tercera ala de la sala, plantea el poblamiento americano. Tanto el primer como el tercer sector, se vinculan con la estructura del ADN. Por último, el surgimiento de la agricultura y la alimentación industrializada nos lleva a hablar de carbohidratos, específicamente, de monosacáridos y disacáridos, englobados bajo el término azúcares (Figura 2).

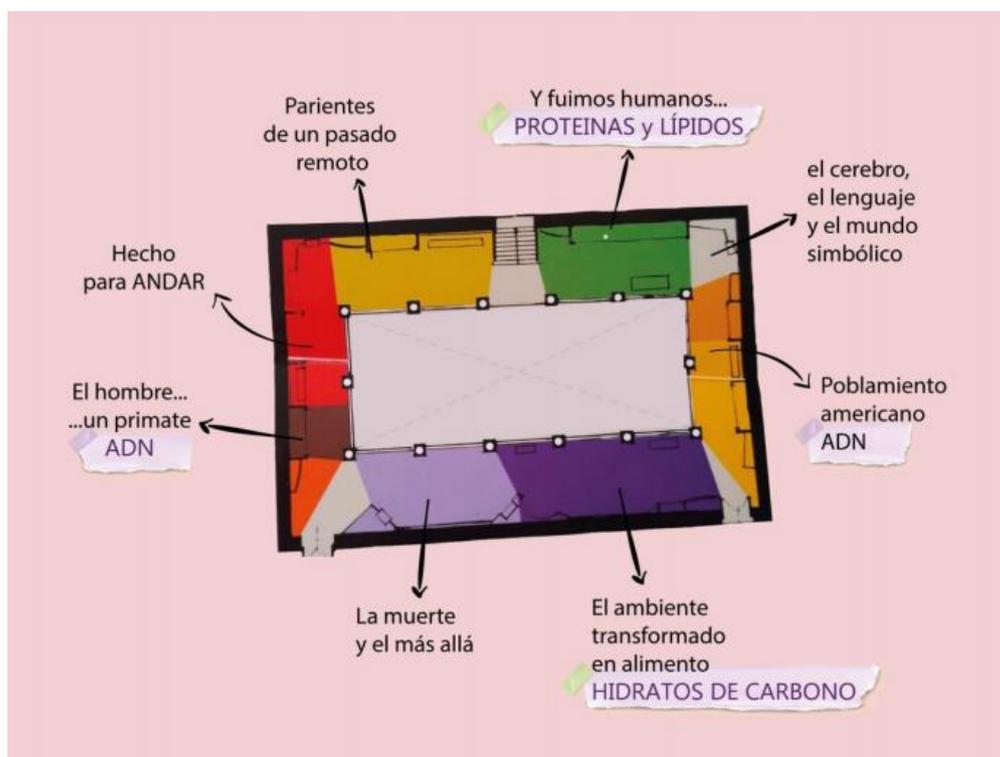


FIGURA 2. Plano de la sala "Ser y Pertenecer"

2. ADN

Los seres humanos y los chimpancés compartimos el 98.5% del ADN. Dicho de otro modo, las diferencias entre ambas especies caben en un 1.5% del material genético. Y si bien no descendemos del mono, tenemos un origen en común con él (Sardi, 2009). Para rastrear este origen, podemos valernos del registro fósil, pero también de

la estructura del ADN. La sala Ser y Pertenecer invita a iniciar el recorrido partiendo de un árbol filogenético que muestra el origen común de seres humanos y chimpancés, y la separación entre ambas líneas evolutivas hace aproximadamente 6 millones de años. La técnica del reloj molecular plantea, en líneas generales que, a mayor divergencia molecular entre dos organismos, mayor el tiempo transcurrido desde su separación desde un ancestro común. Tomando la antigüedad aproximada de 6 millones de años como punto de calibración, puede estimarse la tasa de mutación, es decir, el número de mutaciones que espera encontrarse en un segmento dado de ADN en un intervalo de tiempo determinado (Jobling *et. al.*, 2014) La aplicación de ésta técnica en conjunción con datos aportados por la arqueología, permite pensar no sólo la divergencia humano-chimpancé sino también cómo fue el poblamiento americano, tema tratado en el tercer sector de la sala de evolución humana. Si bien la técnica del reloj molecular se basa en varios supuestos, muchos de ellos debatidos, no es el objetivo de este trabajo detenerse en ellos sino en pensar cómo el conocimiento acerca de la estructura del ADN, trabajado en el aula de química de escuelas de nivel medio, puede retomarse aplicado a una temática concreta como ser el origen en común del ser humano y el chimpancé, y la llegada del ser humano a América. Además, puede relacionarse con conceptos abordados en otras asignaturas del nivel medio, como biología. En este sentido, resulta útil retomar las diferencias entre ADN nuclear y mitocondrial y cómo pueden ser utilizados en el estudio de la evolución humana. También, volver a conceptos de mutaciones, genes y síntesis de proteínas, para dialogar acerca de cómo las variaciones en secuencias de aminoácidos entre proteínas de igual función en diferentes especies, pueden dar cuenta de procesos evolutivos.

3. LÍPIDOS Y PROTEÍNAS: ¿EL CONSUMO DE CARNE NOS HIZO HUMANOS?

En el segundo sector de la sala, se desarrolla el proceso de hominización en sí mismo, entendido éste como un árbol evolutivo con múltiples ramas. En los diferentes paneles y vitrinas de exhibición, se recorren los principales cambios anatómicos, fisiológicos, tecnológicos y ecológicos desde *Australopithecus sp.* hasta *Homo sapiens*. La evolución humana implicó transformaciones profundas en diferentes esferas, tres de ellas fueron: la forma de trasladarse, dada por el surgimiento del bipedismo, la sexualidad continua y la modificación en la alimentación de la mano del omnivorismo (Aguirre, 2017). Ésta última es la que se desarrollará en este trabajo, en relación a las biomoléculas.

Australopithecus sp. y paleoespecies anteriores a ésta, fueron principalmente herbívoras y, si eran omnívoras, se piensa que sería por el consumo de algunos insectos. Cambios ambientales que condujeron a desecaciones y aparición de planicies, habrían dificultado la alimentación herbívora. Hace aproximadamente 2 millones de años, inició un proceso de creciente aumento del volumen y complejidad cerebral, a la vez que se observaron cambios en la forma de las costillas y cavidad abdominal asociadas a la reducción de la longitud del intestino (Aguirre, 2017). Esta idea del crecimiento del cerebro a expensas de la longitud del intestino, es conocida como “la hipótesis del órgano costoso”.

Esta creciente encefalización está asociada al consumo de proteínas y lípidos provenientes de la ingesta de carne y médula ósea, obtenida primero por carroñeo, luego por caza. A diferencia de las proteínas vegetales, los animales poseen una composición de aminoácidos variada y completa. A su vez, el consumo de carne, por ejemplo de peces, permitió la ingesta de ciertos ácidos grasos esenciales y un mayor ingreso calórico. A la ingesta de proteínas y lípidos provenientes del omnivorismo, hay que sumarle el consumo de micronutrientes como el hierro y la vitamina B12 (que nuestro cuerpo no puede sintetizar), provenientes, en mayores cantidades, de fuentes alimenticias animales.

Por lo tanto, el omnivorismo mejoró la calidad energética de la dieta y la diversificó (Sardi, 2009). Este cambio, en relación a otros como el uso del fuego y la comunicación necesaria para cazar grandes animales, son algunos de los factores que hicieron posible resolver problemas ambientales cognitivamente, el desarrollo de un lenguaje complejo y la comensalidad. Es decir, el omnivorismo nos hizo humanos.

Como campos disciplinares propios de la química orgánica, se propone aquí retomar los conceptos de estructura de las proteínas, aminoácidos esenciales y composición diferencial de proteínas animales y vegetales. También, puede profundizarse en esta sala lo trabajado en el aula acerca de las enzimas y cómo nuestra historia evolutiva está grabada en ellas. Por ejemplo, la capacidad de digerir trehalosa, disacárido presente en algunos insectos y

hongos, por contar en nuestro organismo con la enzima trehalasa ¿lo heredamos de nuestros antepasados con dietas basadas en plantas e insectos? En cuanto a los lípidos, es posible repasar aquí la amplia diversidad estructural y funcional que presentan en nuestro organismo, por qué estos macronutrientes aportan más calorías por gramo que las proteínas y carbohidratos y qué implicó, en términos evolutivos, almacenar grasa en nuestros cuerpos.

4. PARA FINALIZAR, UN DULCE AMARGOR

En este último sector, la muestra invita a considerar a la alimentación como un fenómeno complejo y multidimensional, y a pensar los cambios que se han dado a lo largo de nuestra historia como humanos en relación a la alimentación.

Si bien necesitamos incorporar nutrientes para mantener nuestro metabolismo activo, esto solo representa la dimensión biológica de la alimentación, ya que el hecho alimentario está fuertemente atravesado por pautas culturales (Aguirre, 2010). A lo largo de la evolución humana, el modo de obtener/producir, distribuir y consumir el alimento ha experimentado grandes cambios, y lo que hoy consideramos comida no lo ha sido (ni lo es) en distintos lugares y momentos.

Hemos transcurrido la mayor parte de nuestro tiempo como especie siendo cazadores recolectores omnívoros, hace apenas 10.000 años comenzamos un proceso de desarrollo agrícola basado en la domesticación de plantas y animales; y, en los últimos 200 años, la industrialización encuentra un campo de aplicación en la alimentación. Siguiendo con la propuesta de Patricia Aguirre y retomando temas abordados en el segundo sector, se considerarán tres grandes cambios estructurales que modificaron el sentido de lo que podía considerarse comida: el omnivorismo, la agricultura y la industrialización.

- el omnivorismo, cuando hace aproximadamente 2 millones de años se incorporan a una dieta herbívora rica en vegetales de hoja, frutos, semillas y tubérculos de consumo estacional (que aporta vitaminas, minerales y fibra), las proteínas y los ácidos grasos de la carne (tema que ya hemos abordado).

- la agricultura, que comenzó a desarrollarse hace aproximadamente 10 mil años con los cambios climáticos ocurridos a finales del Pleistoceno. En ese momento, en distintas regiones del globo, grupos humanos se asientan

en pequeñas aldeas y comienzan a domesticar plantas y animales. Comienza así, un nuevo modo de obtener y transformar el alimento a través de prácticas agrícolas, acompañadas de un desarrollo tecnológico que se vio reflejado en el uso de instrumentos de molienda, espacios de guardado y el surgimiento de la cerámica entre otros.

Así se incorporan los hidratos de carbono, bajo la forma de cereales y tubérculos cultivados, como parte fundamental de la dieta. Por lo que, en aquellos pueblos cuyas dietas se basaron fundamentalmente en carbohidratos, se fue perdiendo la diversidad que se había ganado con el omnivorismo.

- por último, con la industrialización, no solo cambia el modo de producción, distribución y consumo, sino también qué se entiende por alimento. En esta etapa industrial, gran parte de la población está concentrada en grandes ciudades y cordones industriales, y cada vez más lejos de donde se produce el alimento. De modo que el alimento sufre grandes modificaciones al cambiar de su estado fresco al envasado. En este proceso, también se desdibujan los ciclos estacionales de los alimentos, que habían signado la alimentación hasta este momento. El azúcar cumple un rol central en esta etapa de industrialización del alimento. Lo que llamamos genéricamente azúcar puede encontrarse bajo diferentes denominaciones: sacarosa, glucosa, dextrosa, fructosa, jarabe de maíz de alta fructosa, maltodextrina, entre otras. Durante mucho tiempo, la sacarosa, el azúcar que utilizamos en lo cotidiano para endulzar, fue utilizada por la industria con este fin. Pero el desarrollo tecnológico en el campo de la industria de los alimentos permitió obtener productos de manera simple y a bajo costo para endulzar, espesar y estabilizar alimentos. Se dice que estos azúcares agregados aportan calorías "vacías" porque no aportan nutrientes y, respecto de la salud, su consumo excesivo genera grandes problemas. Veamos algunos casos: El jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF) se obtiene a partir de exponer a una hidrólisis enzimática a los polisacáridos de reserva (almidón) que contiene el maíz, a partir del cual se obtiene glucosa y, de ésta, fructosa a partir de un proceso de isomerización. Por tanto, se obtienen monosacáridos dulces y solubles en agua. De

este modo, a partir de una molécula grande que no tiene sabor dulce (almidón) y a través de un proceso relativamente sencillo y económico, se obtiene un jarabe que se agrega a bebidas y muchos alimentos procesados. (Koppmann y Degrossi, 2017).

A diferencia de la glucosa, la fructosa no se asimila a través de la insulina, sino que lo hace en el hígado de un modo similar a como se metaboliza el alcohol (Grimm, 2013). Los refrescos contienen grandes cantidades de fructosa, lo que representa una sobrecarga para el metabolismo de los glúcidos en el hígado, que se convierte en un hígado graso o adiposo.

Otro ejemplo, es la maltodextrina, un carbohidrato obtenido artificialmente a partir del almidón del maíz y otros cultivos, que no tiene sabor y se usa como estabilizante y espesante. Se usa en una amplia gama de alimentos producidos industrialmente como sopas de sobre, golosinas, como sustituto de carnes en alimentos bajos en calorías, como suplemento dietético que aporta energía y carbohidratos. A diferencia del azúcar común, la maltodextrina no es un endulzante, pero tiene los efectos secundarios del azúcar ya que eleva los niveles de glucosa en sangre (incluso alcanza mayores niveles que la glucosa) una vez que es metabolizada en el intestino (Grimm, 2013).

En los vertebrados, cuando la ingesta de azúcares supera las posibilidades de utilización inmediata (especialmente por el cerebro y el sistema nervioso) o de transformación en fuentes de reserva (glucógeno), se convierten en grasas. El consumo de elevados niveles de azúcares, está relacionado con enfermedades metabólicas crónicas como la obesidad, aterosclerosis, diabetes entre otras.

Más allá de constituir un tema interesante y actual para debatir en la visita sobre qué estamos comiendo, lo expuesto en este apartado se vincula con lo trabajado en el aula sobre carbohidratos. Así, se retoman la clasificación de glúcidos según su complejidad, en mono, oligo y polisacáridos, la función de los hidratos de carbono como fuente y almacén de energía, los polisacáridos de reserva en plantas y animales y cómo están constituidos. Específicamente para el JMAF, se puede sumar a la discusión el concepto de isómeros y profundizar en el proceso de tautomería y enolización que, en laboratorio, permite convertir la glucosa en fructosa y viceversa.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Es sabida la íntima relación que tiene la biología y la química, especialmente la química orgánica. Quizás resulte menos evidente, para quién recorra las salas del Museo de La Plata, la relación existente entre las ciencias antropológicas y la química. En este trabajo, se plantean algunas relaciones posibles entre las biomoléculas y la evolución humana, a modo de ejemplo y no pretendiendo con esto agotar las amplias posibilidades de vinculación entre ambas ciencias.

Las vitrinas del Museo ofrecen diversas posibilidades para hablar de química. Algunas resultan muy evidentes, como la sala en la que se exhibe una tabla periódica en relación a la composición de diferentes sustancias y objetos; o aquellas vitrinas dedicadas a los hidrocarburos y los diferentes productos obtenidos de ellos. Otras relaciones no son tan explícitas, pero también están presentes en las diferentes exhibiciones del Museo. Por ejemplo, ¿Qué implica a nivel químico una fosilización? ¿En qué se diferencian el grafito y el diamante? ¿A qué se debe la diferente coloración de las cerámicas de las culturas peruanas Chimú y Moche? ¿Cómo se aplican los conocimientos sobre polaridad y solubilidad para extraer compuestos tóxicos de la mandioca? Este trabajo pretende ser una invitación para aquellas/os docentes de nivel medio de química, a que realicen una visita educativa con sus grupos de estudiantes, para construir conjuntamente, nuevas formas de recorrer y habitar el Museo.

AGRADECIMIENTOS

A Virginia Andrade por el rediseño de la imagen del plano de la sala Ser y Pertenecer. A todo el equipo de Guías del Museo, por las charlas e intercambios compartidos, que siempre enriquecen nuestra mirada y mejoran nuestra labor. Y a todos los y las estudiantes y docentes que nos visitan día a día, y que son parte fundamental



en la búsqueda de nuevas estrategias pedagógicas, nuevas preguntas, nuevas formas de percibir y caminar nuestro Museo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, P. (2010). Ricos flacos y gordos pobres. La alimentación en crisis. Capital Intelectual.
- Aguirre, P. (2017). Una historia social de la comida. Lugar Editorial.
- Alderoqui, S. y Pedersoli, C. (2011). La educación en los museos. De los objetos a los visitantes. Editorial Paidós. Dirección General de Cultura y Educación. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Diseños curriculares. <https://abc.gob.ar/secretarias/areas/subsecretaria-de-educacion/educacion-secundaria/educacionsecundaria/disenos-curriculares>.
- Grimm, H-U. (2013). Química en la comida. Aditivos: Cómo actúan y por qué son dañinos. Sirio.
- Jobling, M; Hollox, E.; Hurlles, M.; Kivisild, T.; Tyler-Smith, C. (2014). Human Evolutionary Genetics. Garland Science.
- Koppmann, M. y Degrossi, M. C. (2017). Etiquetas bajo la lupa. Cómo descifrarlas para elegir los alimentos que necesitamos y saber qué comemos. Siglo XXI Editores.
- Sardi, M. (2009) Ser y pertenecer. Un recorrido por la evolución humana. Museo de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- Teruggi, M.E. (1988). Museo de La Plata 1888-1988. Una centuria de honra. Fundación Museo de La Plata Francisco Pascasio Moreno.

LA EXPERIMENTACIÓN COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL ACERCAMIENTO DE ALUMNOS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL A LA QUÍMICA

María Eugenia Taverna¹, Mara Lis Polo¹, María Evangelina Zocola², Melisa Bertero²

¹INTEC (UNL-CONICET), Güemes 3450, (3000) Santa Fe, Argentina

²INCAPE (UNL- CONICET) Colectora Ruta Nac. Nº 168 Km 0 – Paraje El Pozo (3000) Santa Fe, Argentina
mbertero@fiq.unl.edu.ar

Resumen

A pesar del esfuerzo por brindar escenarios equitativos y una mayor inclusión para estudiantes con discapacidades intelectuales, siguen siendo escasas las propuestas de actividades de experimentación con recursos didácticos adecuados destinados a mejorar su desempeño en ciencias. La idea de inclusión educativa trasciende el concepto de integración física e implica el uso de los mismos escenarios para todos. Este trabajo presenta una estrategia didáctica novedosa en modalidad taller lúdico-experimental, que incluye actividades relacionadas con la química del cuerpo humano, y un análisis del impacto de su implementación en alumnos de escuelas secundarias de educación especial. El taller fue diseñado específicamente considerando contenidos incluidos en la currícula escolar, y se adecuaron los recursos a las necesidades de cada grupo de alumnos. La estrategia constructivista propuesta potenció el acercamiento de alumnos con discapacidad intelectual a la química. El análisis de los resultados mostró que todos los estudiantes participaron en las diferentes actividades con entusiasmo, observando, reproduciendo y comprendiendo fenómenos químicos que ocurren en su propio cuerpo. La propuesta resultó una herramienta útil para potenciar su autoestima y la socialización con sus pares y adultos de referencia, convirtiéndose en una estrategia didáctica novedosa en la modalidad de ciencias naturales para educación especial.

Palabras clave: inclusión; discapacidad intelectual; química; constructivismo; cuerpo humano

Abstract

Despite the effort to provide equitable scenarios and greater inclusion for students with disabilities intellectual, there are still few proposals for experimentation activities with adequate teaching resources aimed at improving their performance in science. The idea of educational inclusion transcends the concept of physical inclusion integration and implies the use of the same scenarios for everyone. This paper presents a didactic strategy innovative in a playful-experimental workshop modality, which includes activities related to body chemistry and an analysis of the impact of its implementation in special education high school students. The workshop was specifically designed considering contents included in the school curriculum, and the resources were adapted to the needs of each group of students. The proposed constructivist strategy promoted the approach of students with intellectual disabilities to chemistry. The analysis of the results showed that all the students participated in the different activities with enthusiasm, observing, reproducing and understanding chemical phenomena that occur in his own body. The proposal was a useful tool to enhance their self-esteem and socialization with their peers and reference adults, becoming a novel didactic strategy in the modality of natural sciences for special education.

Keywords: inclusion; intellectual disability; chemistry; constructivism; body

1. INTRODUCCIÓN

La modalidad de educación especial comprendida dentro de la Ley Nacional de Educación Argentina N°26.206, garantiza el acceso a la educación de los niños y adolescentes de entre 6 y 21 años con discapacidades temporales o permanentes. En Argentina, el 10% de la población presenta discapacidades (41 % de los

discapacitados presentan dos o más limitaciones) (INDEC, 2018). Las limitaciones entre las personas, con una sola deficiencia, se distribuyen en: motoras (42.7%), visuales (23.3%), auditivas (18.6%), cognitivas (12.7 %), lingüísticas (1.5%), y de autocuidado (1.2%). La deficiencia motriz prevalece en la población de más de 65 años, mientras que la deficiencia mental/cognitiva predomina en los niños de 6 a 15 años (48.3 %).

La inclusión educativa de personas con discapacidad en todos los niveles ha recibido en los últimos años mucha atención académica a nivel mundial, logrando su integración en aulas regulares. De acuerdo al Anuario Estadístico Educativo (2019), la matrícula de alumnos en modalidad de educación especial viene descendiendo desde 2012, mientras que crece de manera sistemática la cantidad de estudiantes con alguna discapacidad integrados a la educación común: 90 mil en 2017, 98 mil en 2018 y 105 mil en 2019. No obstante, estos logros deben complementarse con métodos de enseñanza y programas educativos apropiados. Existe un creciente interés por implementar prácticas docentes a través de la construcción del conocimiento científico en modalidad especial. Esta filosofía educativa favorece que los estudiantes construyan conocimiento a partir de sus propios experimentos, la conexión con la vida real (medio ambiente y sociedad) y el uso de la tecnología (Cersonsky et al., 2017). El constructivismo no solo proporciona conocimiento sobre la naturaleza, sino que también desarrolla las habilidades y actitudes necesarias para la vida en sociedad.

Las actividades de ciencias propuestas en la literatura para discapacitados están enfocadas principalmente a personas con discapacidad motora o de visión (Stender et al., 2016; Kumar et al., 2018). El objetivo de este trabajo es proponer un modelo de secuencia didáctica en modalidad taller para alumnos con discapacidad intelectual, relacionado con la química del cuerpo humano, y determinar el impacto de su aplicación en la comunidad educativa. El taller incluye actividades lúdico-experimentales distribuidas en cuatro módulos, cada uno de los cuales consta de recursos didácticos específicos y elaborados atendiendo las necesidades grupales e individuales de los alumnos.

2. METODOLOGÍA

Las actividades se realizaron en dos escuelas de educación especial (nivel secundario y de formación integral, 28 alumnos en total) de las ciudades de Santo Tomé (Santa Fe), una de Santa Fe (10 alumnos) y una de San Francisco (Córdoba, 12 alumnos). El taller se desarrolló en 8 encuentros de 3 hs de duración; los mismos se realizaron con una frecuencia quincenal. Los recursos educativos en materia de ciencias en dichas instituciones eran relativamente limitados, por lo que la implementación del taller representó un desafío tanto para alumnos como para docentes. El taller estuvo organizado en cuatro módulos; durante el desarrollo de cada encuentro, los alumnos trabajaron en pequeños grupos acompañados de un docente de educación especial y un tutor. Estos últimos fueron investigadores científicos y estudiantes de diferentes carreras (Profesorado en Química, Licenciatura en Biotecnología, en Historia, y Medicina). El impacto de la implementación del taller se midió a través de encuestas anónimas a los docentes de educación especial.

El recurso transversal para todos los módulos fue un muñeco armable/desarmable del cuerpo humano (con órganos y huesos) tamaño real. En el primer módulo, se presentó el muñeco a los alumnos, quienes escogieron un nombre para identificarlo. Un tutor introdujo comentarios que desafiaban a pensar, ver y tocar, tales como: a) ¿de qué estamos formados?; b) ¿cómo se sostienen las partes del cuerpo en su lugar?; c) ¿para qué servirá cada parte del cuerpo?. Luego introdujo la importancia de los cinco sentidos (tema del primer módulo).

2.1 Módulo 1. Todos sentimos diferente (6 horas reloj)

Este módulo constó de cinco actividades, y pretendió introducir a los estudiantes a los sentidos, estableciendo relaciones con el cerebro, las emociones, el efecto de la luz, de los sonidos y las formas en que cada uno las percibe, enfatizando en las diferencias entre humanos.

Actividad 1. Reconociendo los sentidos

Los estudiantes usaron círculos de colores para indicar los órganos involucrados en los cinco sentidos adhiriéndolos al muñeco, y relacionándolos con sus propios cuerpos. Luego, el tutor unió los círculos con el área correspondiente del cerebro.

Actividad 2. ¿Qué estamos tocando?

Mediante un juego basado en el sentido del tacto, los alumnos visualizaron el concepto de los receptores sensoriales de la piel, enfatizando en que no sólo están en las manos, y que son responsables de las diferentes sensaciones que nos producen los objetos. En esta actividad, el tutor presentaba tarjetas que representaban objetos familiares (gelatina, arena, arroz, esponja) los cuales previamente habían sido colocados en cajas negras cerradas. Los estudiantes, divididos en dos grupos, pasaban de a uno a una caja y describían las características del objeto asistido únicamente por el sentido del tacto. El resto del grupo tuvo que relacionar el objeto dentro de la caja con la tarjeta correspondiente.

Actividad 3. ¿Qué estamos oliendo?

El sistema olfativo es sensible a millones de olores diferentes, y tiene conexiones nerviosas directas con partes del cerebro que se ocupan de los recuerdos y las emociones, y nos alertan cuando algún olor representa un peligro. Esta actividad fue similar a la Actividad 2, pero considerando los siguientes objetos: chocolate, café, perfume, cítricos, etc.

Actividad 4. El sabor de la vaca

El sistema gustativo comprende la lengua, las papilas gustativas y las células receptoras. En esta actividad, los estudiantes observaron y tomaron fotografías de diferentes partes de una lengua de vaca con un microscopio USB (elemento de fácil manejo), proyectando las imágenes en la pared a través de un proyector. Exploraron también sus propias lenguas con dicho microscopio, e identificaron las diferentes zonas gustativas de la lengua a través de la ingesta de diferentes alimentos (dulce, ácido, etc).

Actividad 5. Abriendo los ojos

En esta actividad, los estudiantes primero reconocieron las partes del ojo mirando los ojos de sus compañeros con linternas y lupas. Luego, aprendieron sobre la percepción del color usando un Disco de color de Newton de gran tamaño construido con un ventilador de pie. La percepción de una imagen o un color permanece en el cerebro humano durante una fracción de segundo; el disco de Newton es un dispositivo mecánico que hace girar a gran velocidad una serie de colores dispuestos como pétalos, lo que hace cambiar la percepción de los colores a blanco. Los colores exhiben diferentes longitudes de onda y, debido a la alta velocidad, la luz de todas las longitudes de onda se mezclan y se percibe como blanca.

Finalmente, los estudiantes aprendieron sobre los patrones únicos y diferentes (pupilas y huellas dactilares) que exhiben los humanos. Se tomaron fotografías de los ojos entre ellos y demostraron que todos son diferentes analizando sus pupilas proyectadas en la pantalla. Para obtener las huellas dactilares se llevó a cabo el siguiente procedimiento: 1) se esparció una pequeña cantidad de talco en un plato y los estudiantes presionaron el talco con los pulgares; 2) se utilizó un trozo de cinta de embalaje para cubrir toda la huella dactilar revelada por el talco; y 3) se presentaron las huellas dactilares de cada estudiante en una cartulina negra. En este experimento también lograron concluir que todos somos diferentes.

Los docentes de educación especial implementaron en sus clases los conceptos adquiridos durante el taller y, junto a los alumnos, construyeron discos de Newton pequeños con materiales reciclados.

2.2 Módulo 2. ¡Qué bien se come! (6 horas reloj)

El segundo módulo, que constó de cinco actividades, pretendió ilustrar las reacciones químicas involucradas en el sistema digestivo.

Actividad 1. Reconociendo el sistema digestivo

El sistema digestivo es una serie de órganos que descomponen los alimentos para proporcionar energía. Sus principales componentes son boca, esófago, estómago, intestino delgado, páncreas, hígado, intestino grueso, recto y ano. Los alumnos se dividieron en dos grupos e iniciaron con una competencia de rompecabezas gigantes con las piezas del sistema digestivo; luego, ensamblaron los componentes en el muñeco.

Actividad 2. El poder de la saliva

Las enzimas digestivas son producidas naturalmente en el cuerpo por el páncreas, el estómago, el intestino delgado y en las glándulas salivales. Estas últimas son esenciales para comenzar la digestión de los almidones y grasas, el almidón se hidroliza a moléculas de glucosa. Los estudiantes reconocieron la boca, los dientes y la lengua como los primeros involucrados en la digestión de alimentos. En esta actividad, el tutor utilizó preguntas motivadoras para la experimentación, tales como: ¿qué sucede al colocar comida sobre la lengua seca?; ¿cuál es la función de la lengua, de la saliva, de los dientes?. Luego, los estudiantes secaron sus lenguas con pañuelos de papel y apoyaron diferentes alimentos sobre su lengua. Esta actividad permitió comprender que tanto la lengua como la saliva son necesarias para distinguir sabores y texturas. Luego, cada estudiante recibió dos vasos transparentes y dos rebanadas de pan de molde; en un vaso colocaron pan triturado con sus manos, y en el otro colocaron trozos de pan previamente masticado por ellos mismos. Añadieron a ambos vasos dos o tres gotas de lugol (solución de yodo) y observaron el fenómeno. Los vasos que contenían el pan masticado permanecieron de color marrón, mientras que en los que contenían el pan cortado a mano, el lugol se tornó color violáceo/negro debido a la presencia de almidón. Las observaciones les permitieron comprender la importancia de una buena masticación de los alimentos, dado que algunos panes masticados presentaron zonas de cambio de coloración, en función de la degradación que había sufrido el almidón.

Actividad 3. Estómago al ataque

El estómago digiere los alimentos usando ácido y enzimas mientras sus músculos se contraen y relajan para facilitar la digestión de los alimentos (parecido a un “efecto batido”). En esta actividad, los estudiantes llevaron a cabo las siguientes instrucciones: llenaron dos vasos con agua, y en uno de ellos añadieron una cucharada de jabón en polvo biológico, y dejaron el segundo como control sólo con agua; luego, cortaron clara de huevo duro en trozos de tamaño similar, y pusieron un trozo en cada vaso y los dejaron durante 2-3 días en un lugar oscuro, batiendo algunas veces por día. Después de ese período, observaron las diferencias entre los huevos y juntos concluyeron que las enzimas del jabón en polvo degradaron los alimentos en partes diminutas, y que el “batido” ayuda a que este proceso sea más rápido y eficiente.

Actividad 4. Intestino lejano, muy lejano

Los intestinos son un tubo largo y continuo que conecta el estómago con el ano. En esta actividad, el tutor cuestionó sobre la longitud del intestino antes de usar un cordón de 9 m para mostrar que el largo de los intestinos es mayor que la altura del estudiante; en esta instancia los alumnos propusieron diferentes juegos con la cuerda, tales como intentar “acomodarlas en la panza”. Luego, observaron al microscopio diferentes órganos del sistema digestivo de las vacas, proyectando las imágenes en la pantalla gigante.

Actividad 5. Arte con la digestión

Esta actividad fue coordinada con los profesores de plástica de las escuelas y consistió en representar el sistema digestivo con plastilina. Luego, explicaron el camino de los alimentos a través del sistema digestivo.

2.3 Módulo 3. Carrera del corazón (8 horas reloj)

El tercer módulo, que consta de cuatro actividades, pretende presentar a los estudiantes aspectos relacionados con el sistema circulatorio, como el color de la sangre y la oxigenación.

Actividad 1. La sangre azul

El sistema circulatorio permite que la sangre circule y transporte oxígeno, dióxido de carbono, hormonas, glóbulos y nutrientes como aminoácidos y electrolitos desde y hacia las células. La luz roja (longitud de onda 564-580 nm en el espectro visible) es absorbida por la hemoglobina, lo que hace que nuestra sangre se vea roja. Sin embargo, la luz azul no penetra en la piel tan bien como la luz roja. Si un vaso sanguíneo está cerca de la superficie de la piel, absorbe la luz azul, lo que lo hace aparecer de color azul. Aquí es donde entra en juego la percepción relativa del color. En esta actividad, los estudiantes observaron las venas de sus brazos con lupas

y un tutor explicó que el color azul que vemos es causado por un efecto de luz, relacionando las observaciones con los conceptos del Módulo 1, referidos a la percepción del mundo a través de los sentidos. Luego, los estudiantes escucharon su pulso y el de sus compañeros usando un estetoscopio.

Actividad 2. ¡A todo corazón!

Esta actividad fue un juego que pretende reproducir el camino de la sangre, para formar la idea que la sangre contaminada y la limpia no se mezclan y que el corazón actúa como conector de ambos tipos de sangre. El juego fue por turnos y pasaron de a dos alumnos. Una pista de autos de 2.5 m de largo que consta de caminos azules y rojos es un esquema simplificado del sistema circulatorio que incluye el corazón, la cabeza y los pulmones (Figura 1). El camino azul representa la circulación de sangre con bajo contenido de oxígeno y alto contenido de residuos, mientras que el camino rojo representa la circulación de sangre limpia. Hay dos tipos de tarjetas: "Carga de oxígeno" y "Descarga de oxígeno". El auto de juguete representa la sangre, y las bolitas rojas y azules representan respectivamente el oxígeno y los residuos. Al comienzo del juego, el auto y un vaso de plástico con bolitas rojas se sitúan en el corazón; y seis vasos (con y sin bolitas) se reparten por pares en pulmón, cabeza y cuerpo. Las bolitas rojas están contenidos inicialmente en el pulmón, mientras que las azules están contenidos en la cabeza y el cuerpo. Un estudiante toma una tarjeta de "Descargas de oxígeno", y la lee, y el otro estudiante ejecuta la acción indicada y mueve el auto (ver las indicaciones del juego en la Figura 1). El juego termina cuando se leen todas las cartas. La cantidad de bolitas rojas o azules se asignaron en relación al esfuerzo relativo que representa para nuestro cuerpo realizar la acción que describe la tarjeta.

Actividad 3. A corazón abierto

En esta actividad, los alumnos observaron las partes componentes de un corazón de vaca, y tomaron muestras para observar al microscopio USB (con proyección en pantalla gigante) y óptico.

Actividad 4. Espuma de sangre

La enzima catalasa degrada el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno molecular. El peróxido de oxígeno es un antiséptico muy utilizado, porque ataca a las bacterias al destruir sus paredes celulares; sin embargo, también destruye las células sanas de la piel ralentizando el proceso de curación de una herida, razón por la que muchos médicos desaconsejan su uso. La catalasa presente en la sangre destruye el peróxido de oxígeno que generan los eritrocitos, para proteger hemoglobina. En esta actividad, se llena un vaso con sangre de vaca y los estudiantes agregan agua oxigenada al vaso. Luego, miden la temperatura de reacción con un termómetro digital para observar que la reacción es exotérmica.

2.4 Módulo 4. Respirando aire fresco (6 horas reloj)

Este módulo, que consta de tres actividades, presenta diferentes actividades destinadas a comprender el sistema respiratorio.

Actividad 1. ¡Oxígeno para vivir!

Un oxímetro de pulso es un dispositivo médico que monitorea indirectamente la saturación de oxígeno en la sangre; los valores normales son superiores al 95%. En esta actividad, cada alumno utilizó un oxímetro para medir la saturación de oxígeno de un compañero, y la comparó con los valores normales.

Actividad 2. El peligro de fumar

En esta actividad se ponen de manifiesto los efectos nocivos del tabaco mediante un robot fumador. Este dispositivo consta de un cigarrillo, una bomba, una cámara de recolección de humo y una almohadilla de filtro. A medida que se quema el cigarrillo, el humo se bombea a través del filtro. Los estudiantes compararon el filtro limpio y sucio y discutieron las diferencias observadas. Una alternativa para esta actividad es la realización de cromatografía en columna y papel de los compuestos retenidos en el filtro, previa extracción con solvente.

Actividad 3. La capacidad pulmonar total

En esta actividad, los estudiantes siguieron las instrucciones proporcionadas por el tutor para medir su

capacidad pulmonar utilizando un método de desplazamiento de agua casero (construido con mangueras y botellas transparentes graduadas), exhalando con fuerza el aire introducido en su cuerpo con una inspiración profunda. El volumen de agua que se expulsa es igual al volumen de aire que pueden contener los pulmones. Finalmente, los estudiantes compararon sus diferentes capacidades pulmonares.

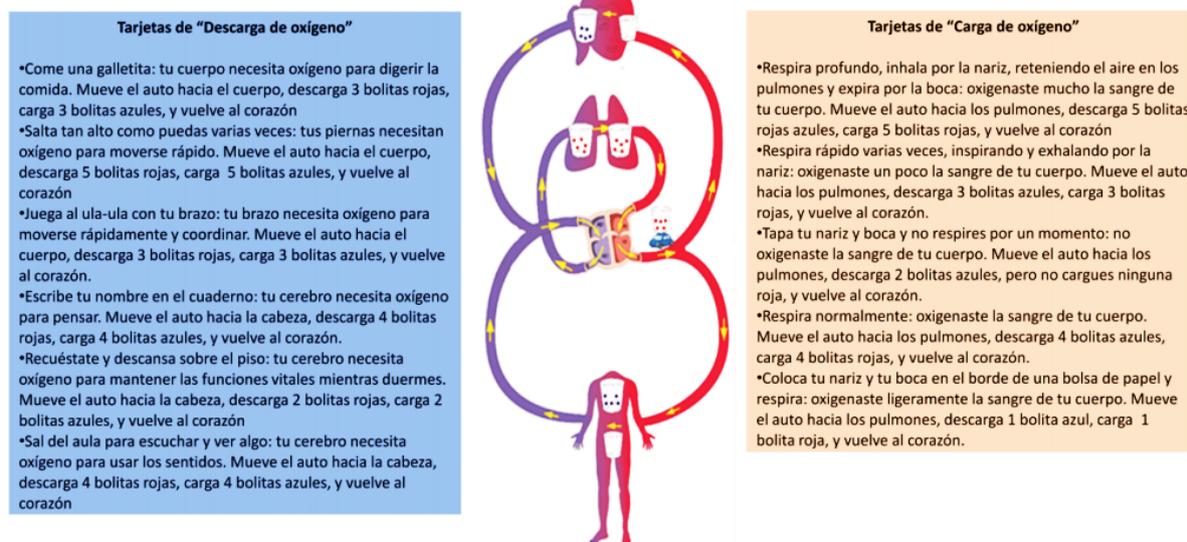


FIGURA 1. Instrucciones para el juego ¡A todo corazón!

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las preguntas realizadas a los docentes durante la encuesta estuvieron relacionadas con diferentes aspectos de la realización de actividades, como la motivación y el aumento de la autoestima de los estudiantes. Incluso una pregunta estuvo relacionada con la posibilidad de incorporar este tipo de experimentación en las clases regulares. En general, las respuestas fueron muy positivas (ver Figura 2).

En cuanto al taller en general, de treinta encuestas (total de docentes participantes), el 86.7% de los docentes respondió que es posible adaptar las actividades para alumnos con discapacidades intelectuales de tipos diversos, e incorporar este tipo de actividades al diseño curricular. El resto de los docentes encuestados respondieron que el taller podría repetirse considerando un lugar distinto al aula y que los alumnos puedan ser seleccionados de acuerdo a discapacidades similares. Además, uno de los docentes comentó que sería interesante realizar el taller incluyendo a niños con y sin discapacidad.

En cuanto a las actividades propuestas, la mayoría de los docentes (93 %) se mostraron conformes. El resto respondió que las actividades eran moderadamente seguras, y que algunas de ellas podrían mejorarse. Las respuestas sobre la motivación y autoestima de los estudiantes fueron muy positivas. La experiencia del taller les permitió mejorar su autoestima y socialización, dado que también tuvieron la oportunidad de demostrar lo aprendido a la sociedad en exposiciones de ciencia. Un grupo de adolescentes reprodujo la actividad del cigarrillo y los efectos nocivos del tabaquismo en una escuela primaria. Los contenidos aprendidos en cada módulo podrían ser evaluados incentivando a los alumnos a explicar las actividades realizadas y los conceptos más relevantes involucrados.

La promoción de la inclusión fue muy bien lograda. En una etapa posterior, se pretende adaptar las actividades para alumnos con ceguera y problemas motores. Se propuso un nuevo taller con conceptos de química de los alimentos. Finalmente, consideramos que estos módulos de trabajo podrían ser replicados y mejorados por docentes, como herramienta de acercamiento a la experimentación científica para comunidades educativas con necesidades particulares.

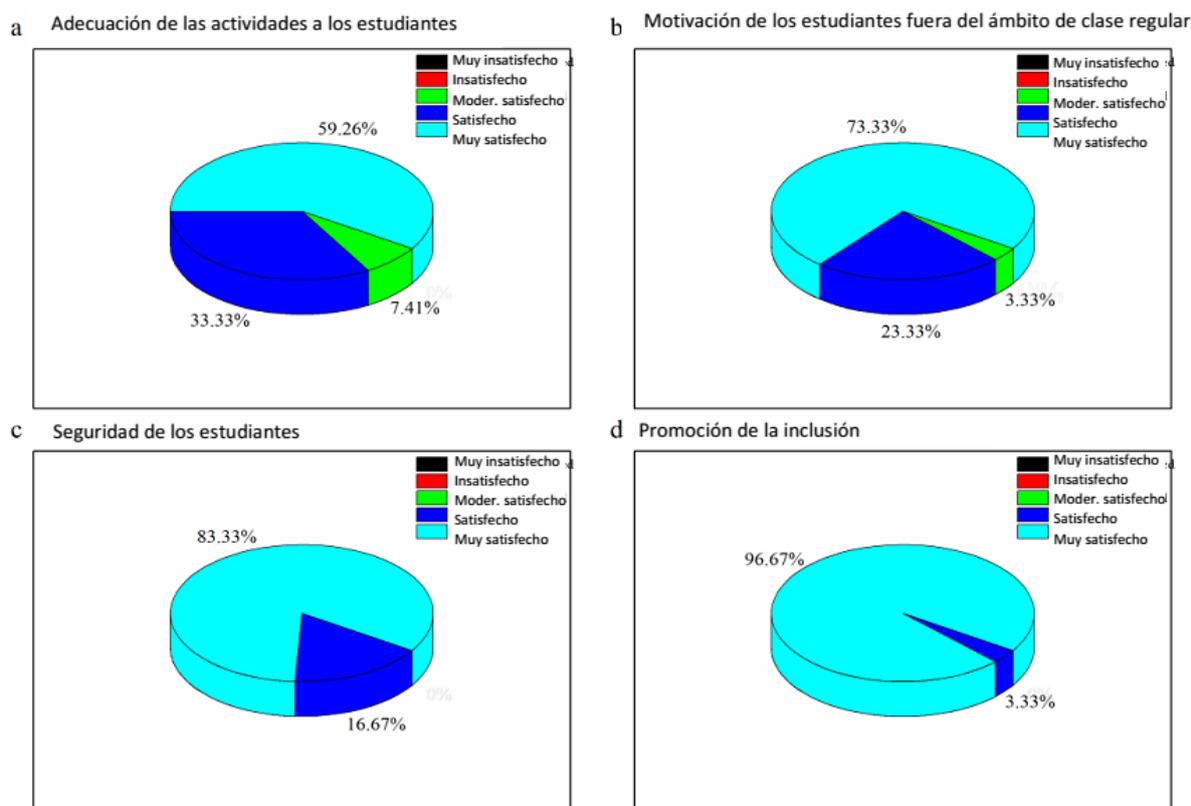


FIGURA 2. Respuestas de los docentes a la encuesta

4. CONCLUSIONES

La estrategia constructivista propuesta en este taller potencia la inclusión de niños y adolescentes con discapacidad intelectual en el área científica. La idea de inclusión educativa trasciende el concepto de integración-inclusión física e implica el uso de los mismos escenarios para todos. El taller mostró que los estudiantes participaron en las diferentes actividades observando, reproduciendo y comprendiendo fenómenos de la vida cotidiana. Este aporte mejoró su autoestima y socialización.

AGRADECIMIENTOS

A la ASaCTel por la financiación del proyecto 2040-009-14 en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anuario Estadístico Educativo (2019). https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anuario_estadistico_educativo_2019_datos_destacados_0.pdf
- Cersonsky, R. K., Foster, L. L., Ahn, T., Hall, R. J., Van Der Laan, H. L., & Scott, T. F. (2017). Augmenting primary and secondary education with polymer science and engineering. *Journal of Chemical Education*, 94(11), 1639-1646.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). Argentina. 2018. www.indec.gob.ar
- Kumar, A., McCarthy, L. A., Rehn, S. M., Swearer, D. F., Newell, R. N., Gereta, S., ... & Ringe, E. (2018). Exploring scientific ideas in informal settings: Activities for individuals with visual impairments. *Journal of Chemical Education*, 95(4), 593-597.
- Stender, A. S., Newell, R., Villarreal, E., Swearer, D. F., Bianco, E., & Ringe, E. (2016). Communicating science concepts to individuals with visual impairments using short learning modules. *Journal of Chemical Education*, 93(12), 2052-2057.



EDUCACIÓN SEXUAL INTEGRAL (ESI) Y CIENCIAS: ¿ES POSIBLE UN ABORDAJE TRANSVERSAL?

Fiamma Bayer

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS)
Av. Alem 1253, CP B8000CPB, Bahía Blanca, Argentina.
fiammabayer@gmail.com

Resumen

En la formación de futuros/as docentes, sea cual sea el nivel en donde se desempeñen, es de gran importancia que se aborden cuestiones referidas a la Educación Sexual Integral. Es por esto que, a través del trabajo contextualizado y de las actividades teórico-prácticas propuestas en el marco de una práctica docente en Nivel Superior, se logró el abordaje de cuestiones referidas a la ESI, haciendo hincapié en la posibilidad de trabajarlas desde la disciplina Química y acercando a los y las estudiantes conocimientos, formas de abordaje y generación de propuestas de enseñanza que la contemplan, favoreciendo la transversalidad que se espera de la misma y afrontando las dificultades que los/as futuros/as profesionales suelen manifestar a la hora de trabajar con dichas cuestiones.

Palabras clave: Educación Sexual Integral; Aprendizaje en contexto; Propuestas de enseñanza; Química; Transversalidad.

Abstract

In the training of future teachers, whatever the level at which they work, it is of great importance that they address issues related to Comprehensive Sexual Education. This is why, through contextualized work and the theoretical-practical activities proposed within the framework of a teaching practice at the Higher Level, the approach of issues related to CSE, emphasizing the possibility of working on them from the Chemistry discipline and bringing students closer to knowledge, ways of approaching and generating teaching proposals that contemplate it, favoring the transversality that is expected of it and facing the difficulties that future professionals tend to manifest when working with such issues.

Keywords: Comprehensive Sexual Education; Learning in context; Teaching proposals; Chemistry; Transversality.

1. INTRODUCCIÓN

Es fundamental la educación y formación permanente de los/as futuros/as docentes de contenidos referidos a la ESI: Educación Sexual Integral. Es imprescindible que se alcance una sólida formación integral inicial y una capacitación continua, que permita a los/as profesionales de la educación brindar conocimientos e información y promover situaciones de aprendizaje desde un espacio curricular específico o desde la disciplina de su especialidad. Asimismo, dicha formación pone de relieve el manejo crítico de información relativa a la ESI para favorecer las capacidades de los/as estudiantes en el cuidado y promoción de la salud, respeto del cuerpo propio y ajeno, y el conocimiento y respeto de los derechos propios y de los demás. Los contenidos de Ciencias Naturales constituyen uno de los pilares sobre los que se asienta la posibilidad de mejorar la calidad de la vida humana, ya que enriquecen y sistematizan el conocimiento que las personas construyen acerca de sí mismas y contribuyen al cuidado de la salud personal y colectiva, a la protección y mejoramiento del ambiente en el que viven y a la comprensión de los procesos mediante los cuales la vida se perpetúa y evoluciona sobre la Tierra. En particular, se desea acercar a los/as estudiantes conocimientos, formas de abordaje de la ESI y generación de propuestas de enseñanza que la contemplan, favoreciendo la transversalidad que se espera de la misma. En el documento sobre "Pautas para el abordaje de la ESI en el Nivel Secundario" del Gobierno de la Provincia de

Buenos Aires se establece:

(..) entendemos a la ESI desde una perspectiva de género y derechos humanos, como un programa de vida, que ponga en el centro la igualdad para las diversas maneras de ser y estar en el mundo, la convivencia democrática, la participación juvenil, la construcción de vínculos intergeneracionales horizontales y justos, y el cuidado propio y colectivo. Los “cinco ejes conceptuales” de la ESI (el cuidado del cuerpo propio y ajeno; la valoración de la afectividad; la diversidad; el ejercicio de derechos y la perspectiva de género), el horizonte de su implementación tiene que ver con enseñar y aprender saberes y habilidades para la toma de decisiones conscientes, críticas y autónomas de niños, niñas y adolescentes (DGCyE, 2021, p.6).



FIGURA 1. Ejes de la ESI que aseguran un abordaje integral de todas las dimensiones humanas.

Los contenidos trabajados fueron los siguientes: ejes de la Ley Nacional N°26.150 Educación Sexual Integral, publicidades y comunicación en formato audiovisual: características e implicancias en los jóvenes, la salud y el consumo: aproximación de una forma de trabajar el alcoholismo en Educación Secundaria, estereotipos y desigualdad de género: desprestigio hacia mujeres científicas, propuestas alternativas de enseñanza para abordar dichos contenidos y reflexión acerca del lugar que ocuparon las mismas. Por ende, como objetivos se plantearon: vinculación de los nuevos contenidos con experiencias y conocimientos previos, establecer relaciones entre ciencia y la ESI, reflexionar sobre lineamientos curriculares y sus propias prácticas docentes en relación a la ESI, cuestionar estereotipos femeninos alrededor de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y Matemática y diseñar, en grupos, una propuesta educativa para trabajar en nivel Secundario (Nevertheless 2018; UNESCO, 2017).

2. ASPECTOS A CONSIDERAR

2.1 Ley de Educación Sexual Integral

La Ley Nacional N° 26.150 de 2006 establece que todas las personas que estudian tienen derecho a recibir educación sexual integral en todos los establecimientos educativos públicos, de gestión estatal y privada, desde educación inicial hasta la formación docente. De aquí se desprende la perspectiva de transversalidad de la ESI, debe estar presente en los diferentes espacios, tiempos y niveles institucionales. Concibiendo a los y las estudiantes como sujetos de derechos, se entiende a la ESI desde una perspectiva de género y derechos humanos, dando valor a la igualdad para las diversas maneras de ser y estar en el mundo, la convivencia democrática, la participación juvenil, la construcción de vínculos intergeneracionales horizontales y justos, y el cuidado propio y colectivo (DGCyE, 2021).

La Ley Provincial 14.744 de Educación Sexual Integral de la Provincia de Buenos Aires (2014), en su artículo tercero señala:

A los fines de la presente ley, se entiende como educación sexual integral al conjunto de actividades pedagógicas que articulan aspectos biológicos, psicológicos, sociales, afectivos y éticos, destinados a brindar contenidos tendientes a satisfacer las necesidades de desarrollo integral de las personas y la difusión y cumplimiento de los derechos sexuales y reproductivos definidos como inalienables, inviolables e insustituibles de la condición humana (DGCyE, 2021, p.21).

En este sentido, se torna fundamental la promoción del trabajo y abordaje interdisciplinario en las instituciones educativas.

2.2 El papel de la mujer en la ciencia

Cuando se habla de mujeres y ciencia, la primera reacción es la de indicar la poca presencia de éstas en el desarrollo de la ciencia y la participación plena de los hombres. Una parte importante para reconsiderar el papel de las mujeres en la ciencia y la tecnología es la reescritura de la historia para recuperar del olvido mujeres que, pese a haber hecho contribuciones destacables en el ámbito científico-tecnológico, han sido silenciadas por la historia tradicional. En este sentido, es importante la visualización de los estudios y descubrimientos de las mujeres científicas del pasado y del presente, para motivar a las científicas del futuro, a partir de biografías, entrevistas, artículos o, como en esta propuesta de enseñanza, mediante infografías y videos. El objetivo es contribuir y apostar a crear una sociedad más justa e igualitaria, romper estereotipos femeninos acerca de la ciencia y la tecnología mediante la reflexión, y motivar a las mujeres a insertarse libremente en el campo de la ciencia (Waksman Minsky, 2005).

3. MARCO CURRICULAR Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

3.1 Marco curricular

La propuesta didáctica en contexto se llevó a cabo en el marco de la materia *Didáctica y Práctica Docente de Nivel Superior*, correspondiente al último año de la carrera de Profesorado en Química de la UNS, la cual tiene como requisito de aprobación, la realización de una práctica docente situada. Dado que el plan de contingencia debido al COVID-19 seguía vigente en nuestra universidad al inicio del ciclo lectivo 2021, la práctica se realizó en la asignatura de pregrado *Didáctica Especial de la Disciplina Química* la cual se dictó de manera remota con dos encuentros sincrónicos semanales, vía zoom, de dos horas reloj cada uno y encuentros asincrónicos con actividades y lecturas sugeridas vía Moodle.

En particular, la práctica docente situada se llevó a cabo en cuatro encuentros sincrónicos y dos asincrónicos, que contaron con la asistencia de diez estudiantes y las docentes de las cátedras.

Cabe destacar que el grupo clase era heterogéneo, ya que contaba con estudiantes que cursaban curricularmente el Profesorado en Química, otros/as que tomaban la materia como optativa de la Licenciatura en Química y un tercer grupo que correspondía a graduados/as con interés de cursar la materia como extracurricular, los cuales en su mayoría estaban ejerciendo la docencia secundaria y/o universitaria.

3.2 Descripción de la propuesta

Para llevar a cabo esta propuesta se recurre a diversos recursos y estrategias metodológicas las cuales se irán presentando y explicando sus alcances de acuerdo a la siguiente secuencia de actividades: indagación de saberes previos, explicación de lineamientos curriculares de la ESI, análisis de infografías y videos, trabajo colaborativo, sociabilización de lo trabajado, evaluaciones y coevaluaciones.

3.2.1 Indagación de saberes previos

Con el objetivo de indagar los conocimientos previos de los y las estudiantes acerca de la ESI y conocer las experiencias en sus respectivas trayectorias educativas, se generó un formulario de Google, el cual se difundió, previo a la primera clase sincrónica, a través del WhatsApp del curso.

Como primera pregunta de manera introductoria al tema, se consultó a las personas encuestadas qué es lo primero que piensan cuando escuchan “ESI” y algunas de las respuestas fueron las siguientes:

- ✓ *Es la formación y reflexión de los procesos que integran lo sexual con la sociedad y con la vida misma desde diferentes enfoques como lo político, científico, social, ético, cultural. (Estudiante 1)*
- ✓ *Aprendizaje de diferentes aspectos que tienen que ver con la sexualidad sin distinción de género, y tantos en aspectos que tengan que ver con lo fisiológico, así como el respeto por su propia sexualidad y la sexualidad ajena. (Estudiante 2)*
- ✓ *Pienso en una educación sexual para todes, donde se trabaja a partir del respeto hacia los demás y se aprende sobre el cuidado de nuestro cuerpo y el ajeno. (Estudiante 3)*

En cuanto a las experiencias personales del grupo, se preguntó si abordaron contenidos de ESI en sus trayectorias como estudiantes y/o docentes, el 60% manifestó que no. Al 40% restante se le consultó cómo fue el trabajo de dichos contenidos, donde acreditaron haber abordado el papel de la mujer en la ciencia y el valor de ella actualmente y métodos anticonceptivos y enfermedades de transmisión sexual, pero sólo desde la materia Salud y Adolescencia o Construcción de Ciudadanía. Como tercera pregunta, se preguntó si consideran importante la implementación de la ESI en los contenidos curriculares, algunas respuestas fueron:

- ✓ *Yo creo que es de gran importancia, sobre todo en la secundaria donde comienzan a descubrir la sexualidad, obviamente va más allá de explicar métodos anticonceptivos y ETS (que es lo que se da normalmente en salud y adolescencia) es más amplio, desde lo biológico, lo social, lo psicológico. También la perspectiva de género, la igualdad, la discriminación y la violencia. (Estudiante 4)*
- ✓ *Pienso que es importante abordar la ESI en la Escuela Secundaria, porque durante esa etapa educativa los adolescentes comienzan con los cambios propios de su edad, tanto físicos como mentales, es en esa etapa en donde comienzan a descubrir y explorar la sexualidad de un modo más amplio e intentan buscar respuestas a sus propios cambios en el cuerpo. También es importante ya que, a esa edad, los jóvenes comienzan a definir su identidad de género. (Estudiante 5)*
- ✓ *Si, porque estamos formando ciudadanos. Es nuestra función como docentes educar para una sociedad más justa e igualitaria. (Estudiante 6)*
- ✓ *Más allá de si es importante, lo veo necesario y fundamental, puesto que se pone el valor la equidad y la reflexión de cada sujeto frente a las formas y pensamientos que trae consigo la sexualidad, romper tabúes, romper esquemas de que solo es el docente de ciencias o el de ética el que debe trabajar estos contenidos, integrar aspectos CTS o asuntos socio-científicos que vayan más allá de lo científico. (Estudiante 1)*

Las respuestas dejaron en evidencia que más del 50% del grupo encuestado no trabajó con contenidos de ESI durante su trayectoria educativa. Pensándose como futuros/as docentes, manifestaron cuán importante y necesario es la inclusión de dichas cuestiones de manera transversal en los diseños curriculares, atendiendo no sólo a los métodos anticonceptivos y enfermedades de transmisión sexual (que es comúnmente lo que se trabaja en las escuelas), sino también darle valor a la identificación de comportamientos inadecuados y sus consecuencias, al respeto hacia el colectivo LGBTQ+, al abordaje de cuestiones biológicas, sociales y psicológicas, al trabajo desde la perspectiva de género, etc.

3.2.2 Explicación de lineamientos curriculares de la ESI

Para comenzar con el abordaje de los ejes de la ESI, se abrió un espacio para el intercambio de ideas y opiniones entre los y las estudiantes presentes acerca de las respuestas del formulario “¿Qué sabemos de Educación Sexual Integral?”. A medida que transcurría el debate, se presentaron los ejes de la ESI y se profundizó en las cuestiones más relevantes de cada uno (Fundación Huésped, 2018):

1. *Reconocer la perspectiva de género: modo de ver la realidad y las relaciones desiguales entre los*

varones y las mujeres, identificar situaciones de vulneración de los derechos, problematizar las concepciones rígidas sobre lo considerado exclusivamente masculino o femenino.

2. *Respetar la diversidad*: hacer hincapié en que todas las personas son distintas y que cada una piensa, siente, crea, actúa y vive su sexualidad de forma particular, rechazar la violencia y la estigmatización por orientación sexual e identidad de género.
3. *Valorar la afectividad*: reivindicar el lugar que ocupan las emociones y sentimientos en toda interacción humana, generar condiciones para que todas las personas puedan expresarse libremente y respetar las diferencias, rechazar todo abuso y violencia de género y sexual.
4. *Ejercer nuestros derechos*: poner en evidencia que niños, niñas y adolescentes son sujetos de derecho, con plena capacidad de participar, hacer oír su voz y no sufrir ningún tipo de discriminación, generar condiciones institucionales para el efectivo cumplimiento de dichos derechos.
5. *Cuidar el cuerpo*: nociones sobre qué es y cómo vivimos el cuerpo y cuidamos nuestra salud, reconocer que el cuerpo sexuado y la salud no abarcan sólo la dimensión biológica, reflexionar sobre las representaciones del cuerpo y la salud en la escuela y la sociedad en general, problematizar los estereotipos de belleza de varones y mujeres, propiciar el cuidado del cuerpo y promoción de la salud.

3.2.3 Análisis de infografías y videos

Luego del abordaje de los lineamientos curriculares de la ESI, se presentó a los y las estudiantes mediante un PowerPoint tres publicidades en formato audiovisual de bebidas alcohólicas, referenciadas en el final del presente trabajo, con el objetivo de visualizar las actitudes, comentarios e inscripciones que aparecen en las mismas. Luego, se propuso al alumnado construir una nube de palabras con las sensaciones que experimentaron mientras observaban los videos, utilizando el recurso digital Mentimeter, el cual que permite realizar actividades interactivas. Posteriormente, se abrió un espacio para el intercambio de ideas y opiniones, fomentando el habla, la escucha y la participación de todo el grupo.



FIGURA 2. Nube de palabras colaborativa realizada por los y las estudiantes

Con el objetivo de trabajar el eje de la ESI acerca de *reconocer la perspectiva de género*, se propone problematizar el lugar que ocupó la mujer en la ciencia, reflexionar sobre el lugar que ocupa actualmente y facilitar recursos educativos para su abordaje en el aula. En tal sentido, se sugieren analizar dos infografías acerca de la vida y los logros de las científicas Marie Sklodowska Curie y Rosalind Franklin extraídas del cómic *Científicas: pasado, presente y futuro* (Narváez, 2019) y posteriormente, la visualización del video No more Matildas el cual plantea el “Efecto Matilda: ¿Y si Einstein hubiera sido mujer?” (#NoMoreMatildas, 2021).

#NoMoreMatildas es una campaña de la Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas (AMIT) que pretende denunciar las consecuencias del llamado *efecto Matilda*, que, como explicaba Uxune Martínez Mazaga en *Mujer, ciencia y discriminación: del efecto Mateo a Matilda*: “pone de manifiesto no sólo la discriminación sufrida por las mujeres, también refleja la negación de las aportaciones, descubrimientos y el trabajo de muchas mujeres científicas, dando la autoría de los mismos a compañeros de investigación” (Martínez Mazaga, 2014).

3.2.4 Trabajo colaborativo y socialización de lo trabajado

Luego del debate, se les indicó a los y las estudiantes que realizaran, en tres grupos formados aleatoriamente, una propuesta de enseñanza sobre alguna temática a elección, donde se pueda trabajar de forma interdisciplinar los contenidos de la ESI. Debían indicar a qué año de Escuela Secundaria estaría destinada la propuesta, sus objetivos, metodología y evaluación de la misma; para presentarlo ante sus compañeros/as en el siguiente encuentro sincrónico. Una de las propuestas consistió en develar las significaciones o visiones de género que tienen los y las estudiantes de Secundaria respecto de los/as científicos/as, trabajando transversalmente los temas de ESI atravesados de una alta carga histórica y epistemológica, con injerencia en la medicina, la física y la química. El segundo grupo decidió abordar el eje de la ESI "Cuidar del cuerpo" desde las disciplinas química (alimentos, actividad y energía), educación física (constitución corporal) e inglés (tiempos: pasado, presente y futuro y voz pasiva a partir de lectura y discusión de textos orales y escritos). Por último, la tercera propuesta de enseñanza pone de relieve el lugar que ocuparon y ocupan las mujeres en la ciencia a partir de varias lecturas. Luego de la presentación de cada grupo, se observó que los trabajos realizados evidenciaron la comprensión de todo lo que plantea la ESI, el compromiso como futuros/as docentes y la posibilidad de la transversalidad de la ESI y del trabajo interdisciplinar.

3.2.5 Evaluaciones y coevaluaciones

Considerando el lugar fundamental que los y las estudiantes ocupan en la enseñanza y la importancia de sus sensaciones y pensamientos, se realizaron coevaluaciones entre estudiantes, estudiantes-residente y residente-docentes de las cátedras, a lo largo de los encuentros y una evaluación final sobre la intervención didáctica. Para esto, se difundió un formulario al grupo con el objetivo de señalar las fortalezas y debilidades que observaron. De esta manera, las docentes y el grupo de estudiantes remarcaron la importancia de trabajar la ESI en las escuelas para que no sea un tema "tabú", entre los aspectos a destacar mencionaron: el dinamismo y creatividad de las clases, la utilización de infografías y videos, las estrategias didácticas empleadas, la claridad en la explicación de conceptos, la generación de instancias valiosas de intercambio y discusión entre los/as pares, el buen clima áulico y la buena predisposición frente a las sugerencias.

4. REFLEXIONES FINALES

La propuesta realizada permitió un abordaje integral y transversal de la Educación Sexual y abrió un espacio de reflexión, debate e intercambio de las experiencias y opiniones de los y las estudiantes cursantes de la asignatura, reafirmando así una posible articulación entre la ESI y la Química. El desarrollo de la propuesta evidenció resultados positivos, con una buena respuesta y un alto grado de participación de los/as presentes y un clima áulico donde predominaron constantemente el respeto, la escucha y el intercambio. La práctica docente situada fue una experiencia enriquecedora y colmada de aprendizajes, tanto para la docente como para los y las estudiantes destinatarios de la propuesta, por lo que se alienta a una formación e implementación continua sobre y de la Educación Sexual Integral en todos los niveles educativos y, en particular, se recalca la importancia de generar espacios para su abordaje en el Nivel Superior para aprender libres de todo tipo de prejuicios.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la financiación del proyecto PGI-UNS 24/Q113 en el marco del cual se realizó este trabajo y a docentes y estudiantes de la cohorte 2021 de la Cátedra Didáctica Especial de la Disciplina Química del Departamento de Química de la UNS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Charlubio ok. (2020, 13 enero). Publicidad brahma polémica «machista» (video original) 2020. YouTube.



- Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Bc2pkvYk9uA>
- Dirección General de Cultura y Educación (DCGyE) (2021). ESI. Pautas para el abordaje institucional de la Educación Sexual Integral en el Nivel Secundario. Disponible en: [https://abc.gob.ar/secretarias/sites/default/files/2022-03/esi-pautas para el abordaje institucional de la educacion sexual integral en el nivel secundario.pdf](https://abc.gob.ar/secretarias/sites/default/files/2022-03/esi-pautas_para_el_abordaje_institucional_de_la_educacion_sexual_integral_en_el_nivel_secundario.pdf)
- Fundación Huésped (2018) *Los ejes de la ESI*. Disponible en: <https://www.huesped.org.ar/wp-content/uploads/2018/12/f.huesped-curso-esi-los-ejes-de-la-esi.pdf>
- Leopereyra6. (2011, 9 noviembre). Cerveza Schneider - Dar todo por un amigo, una gran decisión - Hermana. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=iEtIA876zoE>
- Ley Nacional N° 26.150 Programa Nacional de Educación Sexual Integral. Octubre 2006. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-26150-121222/texto>
- Martínez Mazaga, U. (2014). Mujer, ciencia y discriminación: del efecto Mateo a Matilda. *Mujeres ConCiencia*. Recuperado de: <https://mujeresconciencia.com/2014/11/17/mujer-ciencia-y-discriminacion-del-efecto-mateo-matilda/>
- Matias Adrian Mazza. (2008, 10 febrero). Isenbeck - El Que Sabe Sabe (Fiesta De Disfraces). YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=qKggSaadZ0s>
- Mentimeter (s.f.) Disponible en: <https://www.mentimeter.com/es-ES>
- Narváez, F. V. (Ed.). (2019). *Científicas: pasado, presente y futuro: el cómic*. Universidad de Sevilla. Disponible en: http://code.intef.es/wp-content/uploads/2020/01/comic_cienti%CC%81ficas.pdf
- Nevertheless (2018) *STEM Role Models Posters*. Disponible en: <https://medium.com/neverthelesspodcast/stem-role-models-posters-2404424b37dd>
- #NoMoreMatildas (2021, 16 enero). *No more Matildas* [Video] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=Fx0ztzf-2V0>
- UNESCO (2017). Un nuevo informe de la UNESCO pone de relieve las desigualdades de género en la enseñanza de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM). Montevideo.
- Waksman Minsky, N. (2005). El papel de la mujer en la ciencia. *Ciencia UANL*, 8(1), 3–6. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/402/40280101.pdf>

¿QUÉ ENTENDEMOS POR SALUD? ALIMENTACIÓN SALUDABLE CON PERSPECTIVAS DESDE LA ESI

Jésica L. Guaymás¹, Lisette A. Ramirez², Dainy Marcos² y Milagros Garcia Armario¹

¹Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS)

²Área I Química Inorgánica, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS)

Av. Alem 1253, CP B8000CPB, Bahía Blanca, Argentina.

guaymasjesi@gmail.com, lissette.ramirez@uns.edu.ar, dainy.marcos@uns.edu.ar,
milagros Garcia778@gmail.com

Resumen

La Educación Sexual Integral (ESI) es un derecho de todos los niños, niñas y adolescentes, por lo que es de vital importancia que las instituciones eduquen en el marco de estos lineamientos. En el presente trabajo se desarrolla una propuesta didáctica enmarcada en la ESI dirigida a un curso de Introducción a la Química de 5º año de secundaria de la Provincia de Buenos Aires. En la misma se abordará el núcleo 2 del eje temático "Química y alimentación" en una secuencia didáctica de cuatro módulos de 60 minutos cada uno, en los cuales se invitará a debatir y reflexionar sobre conductas desarrolladas para alcanzar los estándares de belleza impuestos y perpetuados por la sociedad. Considerando lo antes mencionado, se utilizará como disparador fragmentos de un episodio de "Los Simpson". Posteriormente, desde los conceptos teóricos planteados en el eje y teniendo en cuenta los parámetros que se deben considerar al momento de realizar los cálculos, se problematizará el fin y aplicabilidad de las "dietas" difundidas en la sociedad. Se trata de una forma de integrar la química y la ESI en el aula, que no sólo puede ser utilizada desde la disciplina propia sino también interdisciplinariamente con Educación física.

Palabras clave: ESI; Alimentación saludable; Balance energético; estándares de belleza, salud adolescente.

Abstract

Comprehensive Sexual Education (CSE) is a right of all children and adolescents, so it is of vital importance than educational institutions within the framework of these guidelines. In this paper, a proposal is developed didactics framed in the CSE aimed at a course of Introduction to Chemistry in the 5th year of secondary school in the Province of Buenos Aires. In it, core 2 of the thematic axis "Chemistry and food" will be addressed in a didactic sequence of four modules of 60 minutes each, in which they will be invited to debate and reflect on behaviors developed for achieve the standards of beauty and perpetuated by society. considering the aforementioned, they were discarded like trigger bits from an episode of "The Simpsons." Subsequently, from the theoretical concepts raised in the y-axis taking into account the parameters that must be considered when making the calculations, it will be problematized the purpose and applicability of the "diets" disseminated in society. It is a way of integrating chemistry and CSE into the classroom, which can not only be used from its own discipline but also interdisciplinary with Physical Education.

Keywords: ESI; healthy nutrition; energy balance; beauty standards, adolescent health.

1. INTRODUCCIÓN

La Educación Sexual Integral (ESI) es un espacio que promueve el desarrollo de saberes y habilidades para la toma de decisiones responsables y críticas en relación con los derechos de niños, niñas y adolescentes, para que así puedan desarrollar su proyecto de vida y contribuir como ciudadanos y ciudadanas al desarrollo de una sociedad más justa y equitativa. (Pedrido Nanzur, 2017). La sanción de la Ley 26.150 otorga el derecho a recibir Educación Sexual Integral en los establecimientos educativos públicos, de gestión estatal y privada de las jurisdicciones: nacional, provincial, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y municipal (Ministerio de Educación, 2018). En particular, en el nivel secundario, se considera necesario fomentar el desarrollo de la autonomía, que posibilite el respeto sin prejuicios de la identidad de género, la apariencia física, las diferencias

étnicas y culturales (Pedrido Nanzur, 2017).

A nivel mundial, es de gran importancia la promoción de la salud tanto para el Estado, el sistema educativo en todos sus niveles y la sociedad en general (Bracchi, 2010 en Lampert y Porro, 2021). Uno de los aspectos que se considera prioritario de la salud pública es la alimentación y por lo tanto su abordaje dentro de las aulas contribuye a la alfabetización científica. La alimentación puede definirse como el proceso por el cual una persona escoge los alimentos que formarán parte de su dieta, se trata de un proceso voluntario y consciente que depende de una decisión individual y, por lo tanto, es educable (Ramos et al., 2014). Es de gran importancia el desarrollo de buenos hábitos alimentarios desde épocas tempranas de la vida, lo que implica el desarrollo de estrategias de promoción de una alimentación saludable, entendiéndose como aquella basada en criterios de equilibrio y variedad que aporta una cantidad suficiente de nutrientes esenciales y limitada en aquellos nutrientes cuya ingesta en exceso es factor de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (Ley 27.642).

En el presente trabajo se desarrolla una propuesta didáctica interdisciplinar donde se trabajarán diferentes contenidos asociados a la alimentación saludable en el marco de la definición de salud planteada en la ESI. Dentro de los cinco ejes de la Ley 26.150, el que pretende desarrollar en esta propuesta es el de Cuidado del cuerpo y la salud. El mismo tiene en cuenta que las nociones sobre qué es y cómo se vive el cuerpo y cómo se cuida la salud incluyen la dimensión biológica, al igual que los significados y valoraciones que se le otorgan en cada sociedad. La ESI propone trabajar sobre un concepto amplio de salud, que no sólo es la ausencia de enfermedad, sino que también incluye aspectos psicológicos, sociales y culturales. Además, es importante propiciar la reflexión crítica sobre los modelos y los mensajes de belleza que circulan en nuestra sociedad y que pueden influir negativamente en la autoestima y en los vínculos interpersonales, promoviendo la desnaturalización de los prejuicios y los estereotipos vinculados con el cuerpo y la salud (Fundación Huésped, 2018). Asimismo, en la propuesta de trabajo se encuentran relacionados los siguientes ejes: Respeto por la diversidad y Valoración de la afectividad.

Esta secuencia didáctica tiene como objetivos promover comportamientos saludables en relación a la alimentación y actividad física, indagar y analizar de manera crítica la construcción social del ideal de belleza y del cuerpo, para desarrollar habilidades de lectoescritura y oralidad mediante el trabajo colaborativo. La propuesta fue diseñada en respuesta a una consigna de trabajo grupal, en el marco de la Residencia Docente de Nivel Superior de dos alumnas del Profesorado en Química. Ésta fue planteada en el espacio de la asignatura Didáctica Especial de la Disciplina Química en la Universidad Nacional del Sur, siendo la misma una materia curricular para los Profesorados en Química (Profesorado en Química y Profesorado en Química de la Enseñanza Media), optativa para las carreras de Licenciatura en Química y Licenciatura en Ciencias ambientales y extracurricular para graduados.

2. SECUENCIA DIDÁCTICA

En la siguiente planificación se desarrolla una propuesta de clase donde se trabajarán diferentes contenidos en el marco de la Educación Sexual Integral (ESI), de manera interdisciplinaria. La misma está dirigida a un curso de 5º año de educación secundaria de la Provincia de Buenos Aires y se llevará a cabo en los espacios curriculares de Introducción a la Química junto con Educación Física. Esta articulación fue pensada a partir del Diseño Curricular, tomando ciertos temas de dichas asignaturas para aportar a las ideas principales de la ESI, como por ejemplo Química y alimentación (Introducción a la Química) y Corporeidad y motricidad (Educación Física). La clase propuesta consta de cuatro módulos de 60 minutos cada uno.

2.1. Módulo I: primeras nociones de prácticas no saludables

Para dar inicio a la propuesta se reproducirá un fragmento de un capítulo de “Los Simpson”, serie americana que representa la cotidianidad de una familia “tipo” de manera satírica (Temporada 16, episodio 3. Fragmento 1: 0:28-1:19, fragmento 2: 3:41-4:48, fragmento 3: 7:54-8:6, fragmento 4: 11:59-12:26), en el cual los comentarios de otros personajes, respecto al aspecto físico de Lisa, hacen que ella desarrolle un trastorno alimenticio. En la figura 1 se muestran imágenes pertenecientes a los fragmentos mencionados.



FIGURA 1: Imágenes extraídas de la serie animada Los Simpson (temporada 16 episodio 3) que actúa como disparador del módulo I

Luego de la proyección se invitará a la reflexión grupal mediante las siguientes preguntas: ¿Qué problemática/s intenta visibilizar el capítulo? ¿Cuál es tu opinión al respecto?. Posteriormente, se buscará enfocar el debate en las prácticas no saludables que lleva a cabo Lisa durante este episodio con las siguientes preguntas, las cuales se dialogarán en pequeños grupos: ¿Qué prácticas no saludables lleva a cabo Lisa? ¿Les parece que los medios de comunicación contribuyen a incentivar este tipo de prácticas? Si es así, ¿de qué forma?. Por último, a modo de cierre de este debate, se planteará la siguiente interrogante: ¿Qué hábitos consideran que forman parte de una vida saludable y por qué?. A partir de las respuestas recibidas, entre todos y todas se arribará a una definición de salud, la cual se retomará en el módulo siguiente.

2.2. Módulo 2: cálculos y reflexiones

Recuperando los debates realizados, se definirán los siguientes conceptos teóricos, junto con sus expresiones matemáticas: Tasa de metabolismo basal (TMB), Requerimiento energético diario (RED), Gasto energético total (GET), Balance energético (B), en relación a dietas y energía necesaria para los procesos vitales de acuerdo a la actividad.

Tasa de Metabolismo Basal (TMB): Es la mínima cantidad de energía compatible con la vida. Se calcula a partir de ecuaciones de regresión por grupos de edad y sexo, basadas en el peso corporal o en la talla y mediana del peso. Se expresa en kcal/día o kJ/día.

Gasto energético total (GET): Es la cantidad de energía consumida por cada persona. Se calcula mediante constantes metabólicas para cada actividad específica dadas en múltiplos de la TMB. Se expresa en kcal/día o kJ/día.

$$GET = TMB \times \alpha$$

Requerimiento energético diario (RED): Es la ingesta energética que permite compensar el gasto que deriva del tamaño y composición corporal, y del mantenimiento de una actividad física económicamente necesaria y socialmente deseable. Se expresa en kcal/día o kJ/día.

Balance energético (B): Diferencia entre GET y RED. Un balance igual a cero indica que existe un equilibrio entre el gasto y el requerimiento energético de un individuo.

$$B = GET - RED$$

FIGURA 2: Definiciones de los parámetros energéticos a presentar durante el desarrollo del Módulo 2 (Pita, 2006).

Posteriormente se invitará a reflexionar a partir de las siguientes preguntas: Teniendo en cuenta todos los parámetros que se deben considerar al momento de establecer la TMB, RED y GET, ¿creen que las “dietas” (keto, de la luna, ayuno intermitente, de la sopa, etc) pueden aplicarse de manera generalizada a un gran grupo de individuos manteniendo el estado de salud del cuerpo? ¿Creen que las dietas mencionadas tienen como objetivo contribuir a la salud?.

Una vez presentadas las expresiones matemáticas y definiciones, a modo de consigna de trabajo para el hogar, que deberá ser entregada en la siguiente clase, se planteará la siguiente actividad: *En base a las actividades que realizas diariamente, calcula tu gasto energético total y compáralo con el requerimiento energético correspondiente. De acuerdo a los resultados obtenidos, realiza una breve interpretación de los mismos. Se proporcionarán tablas con los valores necesarios para la realización de los cálculos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2004).*

2.3. Módulo 3: despertando conciencia

Se propondrá que las y los estudiantes de manera anónima carguen los valores calculados de RED, GET y B a un formulario de Google para, de esta forma, obtener una estadística. La misma evidenciará la relación entre la alimentación y las actividades realizadas por cada estudiante, visualizándose la pluralidad de resultados y permitiendo reflexionar en torno a ello.

Posteriormente, se invitará a las y los estudiantes a elaborar un flyer en pequeños grupos. El mismo deberá despertar conciencia hacia el desarrollo de hábitos saludables, teniendo en cuenta la importancia de la actividad física y los diversos factores que intervienen en la elección de una dieta saludable.

2.4. Módulo 4: integrando conceptos

Los flyers realizados en grupos se socializarán y difundirán en el establecimiento con el objetivo de que las y los estudiantes puedan compartir los conocimientos adquiridos y sus opiniones respecto a lo trabajado en esta secuencia didáctica.

Esta instancia formará parte de la evaluación, la cual se realizará de manera conjunta integrando los contenidos trabajados en las dos disciplinas: Introducción a la Química y Educación Física. Puntualmente, en esta secuencia didáctica los criterios de evaluación serán los siguientes: valorar el trabajo colaborativo, respetando los aportes realizados por las y los compañeros/as, utilizar correctamente los conceptos trabajados, creatividad en la elaboración del flyer, entregar en tiempo y forma las actividades.

3. REFLEXIONES FINALES

A partir del trabajo propuesto se espera propiciar un espacio en el cual los y las estudiantes puedan reflexionar, expresar sus opiniones y conocimientos en relación a temas vinculados con la salud. Se toma como eje central de la propuesta el concepto de salud definido por la Ley 26.150 de ESI, entendiendo la importancia de tratar estos temas en el contexto de desarrollo en el cual se encuentran las y los estudiantes.

Respecto a las decisiones pedagógicas tomadas, el empleo de fragmentos de un episodio de “Los Simpson” está fundamentado en su gran alcance e influencia en las y los jóvenes, así también como en los ejes que serán trabajados en la interdisciplina propuesta. El abordaje integral de los contenidos desde las distintas asignaturas contribuye al aprendizaje significativo, a la concientización del cuidado corporal y al desarrollo de individuos que puedan vincularse de manera respetuosa y responsable en la sociedad.

Si bien la propuesta no fue implementada, recibió una valoración muy positiva, tanto de las docentes de la cátedra como de las y los estudiantes de grado y posgrado que cursaban la materia. Las apreciaciones vertidas en las coevaluaciones realizadas nos permitieron mejorar la secuencia didáctica, teniendo en cuenta la sensibilidad del contenido a trabajar.

En cuanto a nuestra apreciación personal, esta propuesta significó una primera aproximación a una aplicación real de la ESI, permitiéndonos valorar la importancia de llevar estos contenidos al aula, desde la química y desde la interdisciplina.



AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Gabinete de Didáctica del Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur, en especial a la asignatura Didáctica Especial de la Disciplina Química por la iniciativa de realizar esta propuesta didáctica que contribuyó positivamente a nuestra formación académica.

Asimismo, agradecemos al Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur, al PGI- UNS 24/Q113 y al PGI-UNS 24/Q124 la financiación otorgada para asistir a las JEQUSSST 2022.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fundación Huésped, (s.f). ¿Qué es la ESI?. Consultado el 7 septiembre de 2022 en <https://www.huesped.org.ar/que-es-la-esi/>

Ministerio de educación. (2018) Educación Sexual Integral y Alfabetización Digital, ejes del Consejo Federal de Educación. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/educacion-sexual-integral-y-alfabetizacion-digital-ejes-del-consejo-federal-de-educacion>

Lampert, D., & Porro, S. (2020). La enseñanza de las enfermedades transmitidas por alimentos y el desarrollo del pensamiento crítico. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (48), 55-73. España

Ley 27.642. PROMOCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN SALUDABLE. (23/03/2022). En <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/252728/20211112>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2004). Requerimientos energéticos y recomendaciones energéticas dietéticas. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/y5686e/y5686e08.htm#TopOfPage>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2004). Requerimientos energéticos de adultos. Recuperado de <http://www.fao.org/3/y5686e/y5686e07.htm#bm07.2>

ARTICULANDO SABERES Y RECURSOS ENTRE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA Y EL INGRESO A LA UNIVERSIDAD

Natalia Vessena¹, Sandra A. Hernández^{1,2}

¹Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS)

²Instituto de Química del Sur (INQUISUR), Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET, Av. Alem 1253, CP B8000CPB, Bahía Blanca, Argentina.

vessena.natalia@gmail.com, sandra.hernandez@uns.edu.ar

Resumen

El trabajo presentado forma parte de la intervención educativa realizada por una estudiante avanzada del Profesorado en Química de la Universidad Nacional del Sur, en el marco de su Residencia docente realizadas en 2020 y requerida para finalizar sus estudios. Se detallan los recursos y las estrategias metodológicas planteadas en el nivel de educación secundaria a través de actividades asincrónica y sincrónica, impuestas por el aprendizaje remoto acontecido durante el aislamiento social, preventivo y obligatorio debido a la pandemia de COVID-19. Asimismo, se muestran los resultados de la articulación del material audiovisual generado sobre el tema estequiometría, generado por la residente, el cual fue utilizado como material de estudio por ingresantes a la universidad, en los cursos de nivelación en Química 2021. La articulación de saberes y recursos dada, motiva a seguir trabajando con las y los futuros docentes en tareas de coordinación entre la educación secundaria y la universidad.

Palabras clave: articulación de saberes; educación secundaria; educación superior; ingreso universitario; estequiometría.

Abstract

The work presented is part of the educational intervention carried out by an advanced student of Chemistry Teacher career of the Universidad Nacional del Sur, within the framework of her Teaching Residency carried out in 2020 and required to finish her studies. The resources and methodological strategies proposed at the secondary education level are detailed through asynchronous and synchronous activities, imposed by remote learning that occurred during social, preventive and mandatory isolation due to the COVID-19 pandemic. Likewise, the results of the articulation of the audiovisual material generated on the subject stoichiometry, generated by the resident, which was used as study material by entrants to the university, in the leveling courses in Chemistry 2021, are shown. The articulation of knowledge and resources given, motivates us to continue working with future teachers in coordination tasks between secondary education and university.

Keywords: articulation of knowledge; secondary education; higher education; college admission; stoichiometry.

1. INTRODUCCIÓN

Articular saberes entre el nivel educativo secundario y el universitario siempre ha tenido cierto grado de complejidad, sobre todo teniendo en cuenta que el sistema universitario recibe estudiantes de diversos puntos geográficos, formados de acuerdo a los diseños curriculares provinciales o nacionales, según corresponda (Hernández, Montano y Gillet, 2015).

Al panorama ya existente se suma en marzo de 2020, el aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO), decretado en Argentina luego de que la Organización Mundial de la Salud anunciara que la nueva enfermedad originada por el Covid-19 podía ser caracterizada como una pandemia.

Independientemente del nivel educativo, la situación generó una revisión de metodologías y formas de comunicar los saberes, optándose por una educación remota con encuentros sincrónicos y asincrónicos, utilizando recursos no conocidos y ansiosamente explorados.

Lo inesperado, trastocado, incierto, estallado de la Pandemia puso en jaque, claramente, lo vincular. Redujo lo social. Lo tridimensional a bidimensional, a una pantalla que en casos excepcionales se muestra estable en términos de sonido y video adecuados. Porque también es necesario considerar los múltiples y diversos problemas técnicos, de conexión que irrumpen inesperadamente, generando permanentes distractores, difíciles de remontar. (Vega y Marzioli, 2021, p. 8)

La situación estaba planteada con fecha cierta de inicio, pero final incierto. Lo iniciado debía continuar y lo que estaba en vías de terminar necesitaba su cierre.

En el presente trabajo discutiremos la articulación de saberes sobre el tema estequiometría y los recursos audiovisuales generados por una estudiante residente de Profesorado en Química de la Enseñanza Media de nuestra universidad durante 2020, los cuales fueron incorporados como material de estudio en la Nivelación en Química 2021.

Para una mejor interpretación de los marcos institucionales y curriculares respectivos, dividiremos esta parte del trabajo en dos secciones: la residencia docente realizada en 2020 (sección 2) y la Nivelación en Química 2021 (sección 3).

2. RESIDENCIA DOCENTE 2020

2.1. Marco institucional y curricular universitario

En el Profesorado en Química de la Enseñanza Media de la UNS, la Residencia docente se encuentra incluida dentro de la asignatura anual Práctica Integradora Docente, la cual se cursa en el 4to año de la carrera y constituye la última instancia dentro del trayecto de formación pedagógica. En esta asignatura se articula la formación disciplinar y pedagógica motivando la reflexión, la autonomía y la toma de decisiones; alienta la iniciación al oficio real de ser docente.

La Residencia docente se realiza en la segunda mitad del año de cursada y permite la práctica situada del/de futuro/a docente en el aula, con estudiantes de educación secundaria.

La asignatura está a cargo de una profesora responsable y una asesora disciplinar que guiarán y supervisarán la residencia, junto al docente conformador/a que es el/a profesor/a del curso donde se desarrollará la práctica.

Dado el contexto de aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO) derivado de la pandemia de 2020, la instancia de residencia docente se constituyó en un desafío adicional, ya que la futura egresada debía poner en práctica modalidades de enseñanza que no habían sido puestas en consideración durante su formación. Asimismo, debía adaptarse a la propuesta educativa remota que llevaba adelante la docente responsable del curso, en función de las pautas establecidas por la institución.

Adherimos a la idea de Dussel (2020) que expresa que: "Hay muchos modos en que se pueden pensar las prácticas docentes sin estar necesariamente en el aula como espacio físico, y ese es uno de los grandes aprendizajes de este momento". (p. 17)

2.2. Marco institucional y curricular secundario

La residencia se realizó con estudiantes de 4to año, Ciencias Naturales, de la Escuela de Agricultura y Ganadería, dependiente de la Universidad del Sur, de perfil técnico agropecuario. Se trabajó en la materia *Química General e Inorgánica* dictada en horario matutino los días jueves, en un módulo de 60 minutos, y los viernes, en dos módulos de 40 minutos, separados por un recreo virtual de 5 minutos.

Para los encuentros asincrónicos se utilizó la plataforma Moodle y para los sincrónicos una sala Meet dispuesta por el establecimiento.

Los contenidos a trabajar fueron: leyes estequiométricas; Número de Avogadro; estudio cuantitativo de reacciones químicas; reactivo limitante y en exceso; cálculos de pureza; rendimiento de las reacciones químicas y aplicación de la estequiometría a procesos industriales (Calderón et al., 2015; Franco, López Arriazu y Serafini, 2009; Hernández, 2020).

2.3. Planificación de la unidad estequiometría

Enseñar ciencias no es exclusivamente transmitir información. Se enseña ciencias para ayudar a los y las estudiantes a comprender el mundo que les rodea y para aportarles estrategias que les permitan conocerlo y transformarlo. En tal sentido, la unidad *Estequiometría*, se inicia recuperando y re trabajando los conceptos de formación de compuestos, incorporándolos a los contenidos pertinentes a la secuencia didáctica propuesta. Las clases se orientaron tanto a la formulación de ecuaciones químicas, respetando las leyes estequiométricas, como al análisis e interpretación de los resultados derivados de los cálculos realizados. Asimismo, se hizo hincapié en la contextualización de las reacciones propuestas y en la importancia de la estequiometría a escala laboratorio y en los procesos industriales.

Dada la situación educativa particular en la cual las y los estudiantes no podían interactuar presencialmente, se consideró pertinente el trabajo en grupos y los debates generales, en los que las prácticas discursivas resultan fundamentales para establecer acuerdos durante las tareas, expresar disensos o precisar ideas, o resultados vinculados con los conceptos de química, además de contribuir en la construcción de vínculos entre los y las estudiantes.

2.3.1. Propósitos de la unidad

- ✓ Promover la expresión oral y escrita como herramientas útiles en el desenvolvimiento escolar y personal.
- ✓ Transmitir una imagen de ciencia como actividad contextualizada social e históricamente, y cuyos resultados y conclusiones son parciales, provisionales y cambiantes.
- ✓ Ofrecer un espacio para el desarrollo de competencias tales como el análisis e interpretación de cálculos estequiométricos, y su relación con situaciones reales.
- ✓ Construir situaciones para que las y los estudiantes reflexionen acerca de la importancia de la estequiometría en los procesos industriales.
- ✓ Propiciar el debate de ideas y la confrontación de diversas posiciones en el trabajo grupal, durante el proceso de resolución de las situaciones planteadas.

2.3.2. Objetivos de la unidad

Que los/as estudiantes logren:

- ✓ Trabajar tanto en la expresión oral como escrita, consultando diversas fuentes y produciendo textos de ciencia escolar adecuados a diferentes propósitos.
- ✓ Comprender que, en toda reacción química, los átomos en las sustancias que reaccionan (reactivos), se reordenan para generar nuevas sustancias denominadas productos, y que los átomos en los reactivos y en los productos son los mismos, lo que significa que la materia se conserva y no se pierde durante un cambio químico.
- ✓ Desarrollar habilidades en los cálculos estequiométricos, fortaleciendo los contenidos relacionados con la formación de compuestos.
- ✓ Reconocer la importancia de la estequiometría en los procesos industriales.
- ✓ Adquirir hábitos de trabajo grupal, estableciendo acuerdos durante la tarea, expresando disensos o precisando ideas.

2.3.3. Estrategias de enseñanza

- ✓ Proponer actividades y experiencias significativas, de manera que los/as estudiantes puedan construir su propio conocimiento.
- ✓ Fomentar el intercambio de saberes y el debate tanto en los foros de Moodle como en clases sincrónicas.
- ✓ Utilizar los encuentros sincrónicos como un espacio destinado a la consulta y tratamiento de los contenidos trabajados en asincronía, donde se priorice el fortalecimiento de los vínculos y la contención.
- ✓ Recuperar los errores y trabajarlos como oportunidad para que se produzca el aprendizaje
- ✓ Promover el trabajo colaborativo.

2.3.4. Actividades de aprendizaje

- ✓ Investigar, consultar distintas fuentes, y comunicar lo trabajado mediante producciones escritas y/u orales
- ✓ Resolver ejercicios de cálculos estequiométricos
- ✓ Realizar experiencias sencillas de laboratorio, con sustancias de uso cotidiano
- ✓ Debatar, argumentar y expresar sus opiniones e ideas tanto en los foros como en las clases sincrónicas
- ✓ Trabajar en forma colaborativa con sus pares, evaluando tanto su desempeño (autoevaluación) como el de sus compañeros dentro del grupo (coevaluación)

Dentro de las pautas establecidas por la docente responsable del grupo clase, la residente debía grabar sus clases en su totalidad para luego ser subidas al Moodle del curso. De esta manera, las mismas quedaban a disposición de las y los estudiantes de manera asincrónica, para ser vistas por quienes no hubieran podido asistir a las clases o para repasar conceptos útiles para realizar las tareas acordadas con entregas pautadas.

Si bien se utilizaron distintos recursos tales como juegos en línea (Oca, Kahoot, Mentimeter), textos, simuladores (Phet colorado) y videos, las explicaciones se llevaban a cabo utilizando como soporte diapositivas de PowerPoint, animadas de acuerdo a los requerimientos.

Los videos de las clases resultaron ser muy claros y didácticos, logrando la participación activa de más del 85% de todo el grupo clase en los encuentros sincrónicos, lo cual se vio reflejado en la aprobación, con muy buenas calificaciones de los contenidos evaluados.

La excelente repercusión de los videos realizados por la residente, motivó a considerar la posibilidad de utilizarlos como material soporte para las clases de los cursos de ingreso en Química a la universidad en 2021.

3. INGRESO A LA UNIVERSIDAD 2021

El ingreso a la universidad en 2021 tuvo toda la carga emocional y el déficit conceptual que se vivió en algunos establecimientos durante la pandemia. Iniciado el año, aún se seguía con el ASPO, por lo que se perfilaba un ingreso remoto.

De los temas que se abordan en el cuadernillo de nivelación en Química para el ingreso, Estequiometría suele ser problemático, sobre todo porque les propone desafíos de cálculos, interpretaciones y relaciones estequiométricas que no todas/os las/os estudiantes han aprendido en su trayecto secundario.

Al respecto del tema estequiometría, Galagovsky, Di Giacomo y Alí (2015) en su investigación referida a su relación con la Ley de Conservación de la Masa, desde la perspectiva de análisis comunicacional en el aula de química para la interpretación de errores de los estudiantes, expresan que:

La revisión del discurso docente a través de libros de textos permite reflexionar sobre los significados otorgados por los docentes a los términos “reacción química”, “reactivos” y “productos”, y sobre qué podrían comprender los estudiantes, cuando se omiten reflexiones históricas y epistemológicas sobre dichos términos (p.351).

Si bien estas son apreciaciones que surgen de la experiencia, se decidió escuchar las voces de las y los ingresantes realizando un primer relevamiento estadístico en febrero de 2021, al iniciar los Cursos de la Nivelación en Química.

3.1. Primera encuesta a estudiantes ingresantes

Los resultados de la encuesta nos enfrentaron al hecho de que, de lo 572 estudiantes que respondieron al relevamiento realizado, 455 (79,5 %) dijeron no haber tenido Química en su educación secundaria durante 2020. Asimismo, respecto a los temas comprendidos en la nivelación en Química, manifestaron que los temas *reacciones química y estequiometría* (50,5%), seguido por *disoluciones* (42,8%) fueron los menos estudiados (Figura 1).

El panorama no era bueno, ya que, de 572 estudiantes encuestados, 289 no había trabajado nunca conceptos de estequiometría.

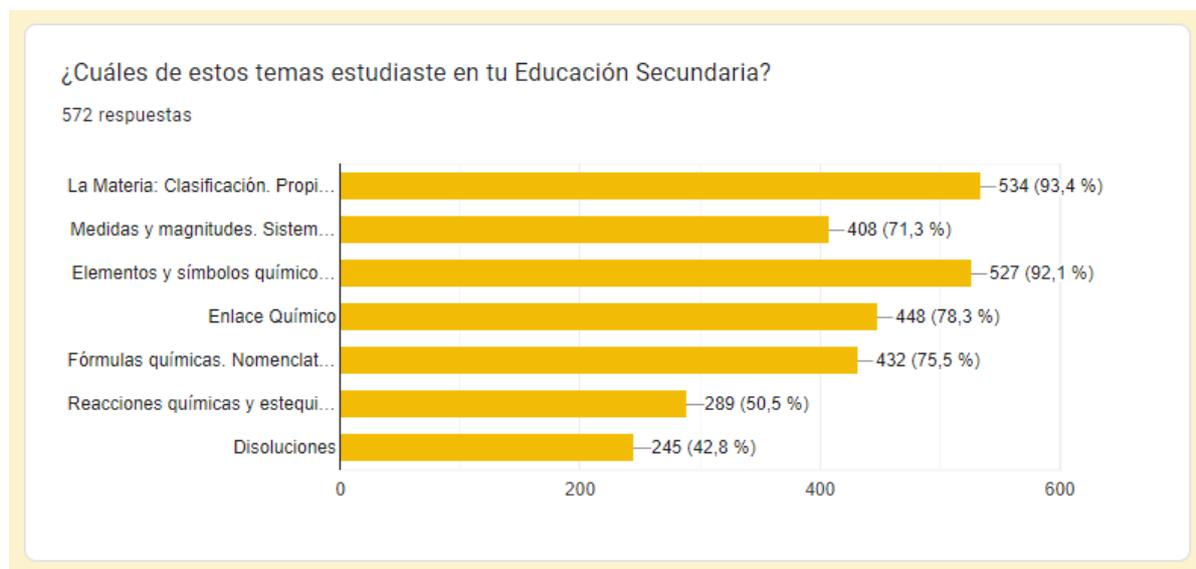


FIGURA 1. Temas comprendidos en la nivelación en Química, estudiados por la cohorte 2021 durante su educación secundaria

3.1. El ingreso en números. Los datos de los cursos de Nivelación en Química 2021

Para poder evaluar la representatividad de las respuestas vertidas por la cohorte 2021, creemos importante detallar las características de la misma en cuanto a permanencia, deserción y grado de aprobación. La Tabla I refleja los datos estadísticos recopilados por los ocho cursos de Nivelación en Química.

TABLA I. Detalle de la cantidad de inscriptos, cursantes y aprobados en cada Curso de Nivelación en Química

Curso	Cantidad de inscriptos	Cantidad de cursantes	Cantidad de estudiantes que aprobaron en primera instancia	Cantidad de estudiantes que aprobaron en segunda instancia
Q1	124	96	42	32
Q2	118	81	38	15
Q3	104	82	49	22
Q4	121	93	55	30
Q5	110	87	55	10
Q6	114	71	45	21
Q7	102	73	47	22
Q8	114	87	56	13
Totales	907	670	387	165

De los 907 estudiantes inscriptos inicialmente en los Cursos de Nivelación en Química, 670 (73,87%) asistieron a la cursada pautada, que incluía: problemas de resolución individual, desafíos de resolución grupal y autoevaluaciones, que le permitían ir cotejando sus avances. Los resultados de aprobación fueron muy buenos ya que de esos 670 estudiantes aprobaron 552 (82,38%) incluidas ambas instancias (Tabla I).

Al consultar a las/los docentes de los cursos la razón del ausentismo de ese 26,13% de estudiantes no cursantes, una de las profesoras expresó:

De los ausentes, hay dos tipos: quienes nunca aparecieron y quienes intentaron empezar, pero abandonaron. En ambos casos, puede deberse a que la expectativa fue distinta a la realidad, que pensaron que podían con esto y no fue así. Ya sea por compromisos laborales, falta de conectividad, confianza en sí mismos. En mi caso, les escribí por correo electrónico un par de veces, pero nadie me respondió. (Prof Q2)

De los 670 estudiantes cursantes, 118 no pudieron cumplir con el objetivo del ingreso. En muchos de los casos las/los docentes coincidieron en expresar que hubo estudiantes desanimados por el fracaso en Matemática, lo cual repercutió en el rendimiento en Química.

3.3. Segunda encuesta a estudiantes ingresantes

En marzo 2021, al finalizar el curso, y luego de los exámenes, se volvió a hacer una encuesta de opinión acerca del cursado.

De los 330 estudiantes que respondieron a la encuesta, el 69,7% (230) consideraron accesible el curso; un 83,6% (276) consideró muy buenas las clases de su docente y un 13,9% (46) buenas.

En particular respecto a los videos adaptados por la residente para el curso de nivelación, 43,3% (143) de las y los ingresantes opinaron *“Me ayudaron a entender mejor el tema”*; 55 (16,7%) puntualizó *“Me gustó que los haya hecho una estudiante”*

Algunos comentarios vertidos por las/los estudiantes de nivelación respecto a los videos fueron:

- ✓ *Me ayudaron muchísimo. si no fuera por estos videos me hubieran quedado un montón de dudas. Están muy bien explicados.*
- ✓ *Me gustó que los haya hecho una estudiante. Si bien esos conceptos ya los entendía estuvo bueno para reforzar y fijar más el tema*
- ✓ *Me ayudaron a entender mejor el tema. Me gustó que los haya hecho una estudiante. Me gustaron mucho, muy clara al explicar y lo bueno, es que no enseña a desarrollar los temas en forma distinta a la clase, sino que van de la mano y eso ayuda mucho.*

Por otra parte, un 43% no miró los videos; algunos argumentando no saber que estaban y otros con explicaciones como la que expresó un/a estudiante: *“No los sentí necesario utilizar, con la explicación de la docente entendí perfecto”*.

Cabe destacar que, en la encuesta realizada a los/as profesores/as, los ocho docentes coincidieron en que fue un recurso útil que complementó sus clases y el cual pidieron que quedara disponible para la cohorte 2022.

4. REFLEXIONES FINALES

Si bien la situación vivida en 2020 no era la esperada, la residente pudo cumplir con los objetivos de inserción docente, superación de dificultades y generación de materiales y metodologías de trabajo necesaria para afrontar la enseñanza remota. Asimismo, poder generar material audiovisual, sobre el tema estequiometría, que pudiera ser utilizado de manera auspiciosa en la Nivelación en Química 2021 en la universidad se constituyó en una experiencia muy movilizante para la formación de la futura docente. La experiencia le permitió valorar la importancia de la articulación entre niveles educativos para permitir un traspaso adecuado de las y los estudiantes.

Dado el requerimiento de los/as docentes de nivelación de disponer de los videos generados para ser utilizados en otros cursos, se ha pensado en incluir a los mismos como Objetos de Aprendizaje en el Repositorio Institucional de la UNS.

La articulación de saberes y recursos dada, motiva a seguir trabajando con las y los futuros docentes en tareas de coordinación entre la educación secundaria y la universidad.

Dado lo satisfactorio de esta experiencia, en 2022, estudiantes de Profesorado en Química trabajaron en la selección de aplicaciones móviles (apps) que pudieran ejecutarse desde teléfonos inteligentes, computadoras o



tabletas que permitieran trabajar los temas propios de la nivelación en Química y de los primeros años de universidad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la financiación del PGI-UNS 24/Q113 entre cuyos objetivos se encuadra este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calderón, S.; Di Francisco, K.; Macchi, D.; Marino, D.; Olazar, L. Rodríguez Usé, M.G. (2015). *Física y Química II*. Buenos Aires. Tinta fresca ediciones S.A
- Franco, R.; López Arriazu, F y Serafini, G. (2009). *Física y Química: Intercambios de energía. Estructura y transformaciones de la materia*. Buenos Aires. Santillana
- Dussel, I. (2020). La formación docente y los desafíos de la pandemia. *Revista Científica EFI- DGES*, 6(10), 11-25.
- Galagovsky, L., Di Giacomo, M. y Alí, S. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21, 351-360.
- Hernández, S. (comp.). (2020). *Cuadernillo de nivelación en Química*. Gabinete de Didáctica de la Química. Departamento de Química. Universidad Nacional del Sur.
- Hernández, S.; Montano, A.; Gillet, N. (2016). Reflexiones acerca de la articulación entre la escuela secundaria y la universidad: la nivelación 2015 en la disciplina Química. En Ferrando, K. *et al* (comp.) *V Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas: IPECYT 2016*. (pp. 37- 42). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: edUTecNe, 2016. Libro digital, PDF. Disponible en: http://www.edutecne.utn.edu.ar/ipecyt-2016/10-IPECyT_2016.pdf#page=39
- Vega, V. y Marzioli, I. (2021). La Residencia Pedagógica y la Formación Docente en tiempos de pandemia. In *XIV Jornadas de Sociología*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires. Disponible en: <https://cdsa.aacademica.org/000-074/745.pdf>

PRUEBAS DE CARACTERIZACION FISICOQUIMICA Y MICROBIOLOGICA PARA BIOETANOL PREPARADO POR ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

Marcelo Castillo¹, Leila Haro¹, Laila Mansilla¹, Milena Melisani¹, Antonella Dan Córdoba²

¹ Colegio Universitario Patagónico, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

² Unidad de Investigación y Desarrollo en Tecnología Farmacéutica (UNITEFA-CONICET), Departamento de Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Ciencias Químicas, UNC, Córdoba, Argentina.

Resumen

La práctica de articulación que se relata a continuación, persigue los siguientes objetivos: articular contenidos de modo de construir puentes entre saberes; concretar proyectos inter-institucionales curriculares conjuntos; posibilitar la interacción entre alumnos-alumnos, alumnos-docentes y/o docentes-docentes de los niveles que se articulan. Desde 2019, se realiza un trabajo de articulación entre el espacio de Taller de Energías Renovables IV de 6to año del Colegio Universitario Patagónico y docentes de la FCQ-UNC; debido a los buenos resultados y el contexto de regreso a la presencialidad, se propone este trabajo de articulación entre nivel secundario-universitario. En esta ocasión se articulan conceptos de biomasa, biorreactor, y bioetanol como desinfectante y antiséptico. Se propone el diseño y desarrollo de actividades experimentales para la obtención y caracterización del bioetanol. Se realiza la construcción de un reactor tipo Batch con agitación constante para la producción de bioetanol a partir de azúcar de caña y levaduras. Las pruebas de control fueron: identificación por espectrofotometría UV-Vis, medición de densidad y ensayos microbiológicos. Como resultado, fue posible construir vínculos de trabajo entre los integrantes de ambas instituciones mediante el diseño y desarrollo de actividades experimentales que favorecieron el intercambio de ideas y la participación activa de los estudiantes.

Palabras clave: articulación; educación secundaria; educación universitaria; experimentos; bioetanol.

Abstract

The practice of articulation that is reported below, pursues the following objectives: articulate contents in a way that build bridges between knowledge; carry out joint inter-institutional curricular projects; enable interaction between students-students, student-teachers and/or teachers-teachers of the levels that are articulated. Since 2019, a work of articulation between the space of Renewable Energy Workshop IV of 6th year of the Patagonian University College and teachers of the FCQ-UNC; due to the good results and the context of return to face-to-face, this is proposed articulation work between secondary-university level. On this occasion, concepts of biomass, bioreactor, and bioethanol as a disinfectant and antiseptic. The design and development of experimental activities for the obtaining and characterizing bioethanol. The construction of a Batch type reactor with constant agitation is carried out for the production of bioethanol from cane sugar and yeasts. The control tests were: identification by UV-Vis spectrophotometry, density measurement and microbiological tests. As a result, it was possible to build links of work between the members of both institutions through the design and development of experimental activities that They favored the exchange of ideas and the active participation of the students.

Keywords: articulation; secondary education; University education; experiments; bioethanol.

1. INTRODUCCIÓN

Transcurrido dos años de enseñanza en la virtualidad debido a la pandemia, resulta de importancia fortalecer en el regreso a la presencialidad y a la realización de actividades experimentales en nuestras aulas. Es por ello, que el presente trabajo se basó en el diseño y desarrollo de actividades experimentales por parte de estudiantes y docentes de diferentes niveles educativos. La presente propuesta se enmarca en 6to año, espacio curricular Taller de Energías Renovables IV del Colegio Universitario Patagónico (Comodoro Rivadavia, Chubut).

Considerando que la articulación entre niveles educativos potencia un aprendizaje colaborativo y significativo, se llevó a cabo la vinculación entre integrantes del nivel medio y universitario. Particularmente, se establecieron

vínculos con docentes de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Córdoba (Córdoba). En este sentido, el trabajo colaborativo promueve un aprendizaje significativo y favorece el desarrollo de habilidades cognitivas (como la observación, el análisis crítico, la toma de decisiones, entre otras), permitiendo que los estudiantes asuman el rol de protagonistas y formadores de su propio proceso de aprendizaje (Férez, 2005). En este contexto, si como docentes alentamos a los estudiantes a participar activamente en su propio proceso de aprendizaje, nacen oportunidades de formación sumamente enriquecedoras. Chapman y Aspin, citados por Marcelo (2001) señalan como uno de los principios necesarios para transformar los sistemas educativos: “la reevaluación y redefinición de los lugares donde el aprendizaje tiene lugar, así como la creación de ambientes de aprendizaje flexibles que sean positivos, estimulantes y motivadores, y que superen las limitaciones de currículo estandarizados, división por materias, limitados por tiempos y rígidas pedagogías”.

De esta forma, para el desarrollo de la presente propuesta se tuvo en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes sobre el bioetanol y se trabajó mediante diferentes actividades sobre este concepto. Seguidamente, se propuso el diseño de actividades experimentales con el propósito de preparar bioetanol y determinar sus características fisicoquímicas y microbiológicas. Para ello, se articularon los conocimientos de los estudiantes y los docentes sobre el eje temático y se diseñaron una serie de prácticas que luego se llevaron a cabo por el grupo de estudiantes.

Una vez diseñadas las actividades experimentales, se procedió a la realización de las mismas por los estudiantes mediante el trabajo en grupo. En este sentido, la realización de actividades experimentales en el aula (observación, formulación de hipótesis, realización de experimentos, utilización de técnicas específicas, análisis de resultados y elaboración de conclusiones) promueven el interés por la ciencia, el razonamiento científico, la curiosidad y el intercambio entre pares (Espinosa-Ríos et al., 2016). Por otro lado, reconociendo al grupo como un espacio de aprendizaje muy valioso, Gutiérrez y Castillo (1991) sostienen que “La clave pasa por la dinámica y la riqueza aportadas a través de la confrontación de ideas y opiniones que ponen en juego las experiencias previas y la posibilidad del logro de consensos o disensos, en un proceso de acción, reflexión, acción. Se busca aprender a pensar y actuar en conjunto”.

La propuesta se basa en la producción de bioetanol obtenido en un biorreactor de tipo Batch utilizando las condiciones de pH, temperatura y concentración óptima determinados en un trabajo interdisciplinar con la cátedra de Química Biológica I de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB). El biorreactor es un elemento indispensable para todo proceso de fermentación, el cual incorpora a todos los componentes dentro de él que se relacionan entre sí para que se pueda dar un cambio de masa y energía (Linares-Enríquez et al., 2017). En este caso se propone la construcción del biorreactor para la obtención de bioetanol a partir de la fermentación de azúcar y levadura. Asimismo, el etanol puede ser empleado en la vida cotidiana como desinfectante o como antiséptico. Un desinfectante es cualquier sustancia que permite erradicar microorganismos en superficies u objetos inertes. Por otro lado, un antiséptico es aquel que tiene la misma función que un desinfectante pero que solo se aplica en tejidos vivos (Bilbao, 2009).

De esta forma, la presente propuesta describe la obtención de bioetanol mediante la construcción de un biorreactor y su caracterización mediante espectroscopia UV-Vis y determinación de la densidad. Además, se describe la evaluación del bioetanol obtenido como desinfectante y antiséptico mediante estudios microbiológicos.

2. OBJETIVOS

Entendemos que la articulación entre niveles educativos es una instancia enriquecedora en el proceso de enseñanza y aprendizaje, debido a que permite el intercambio del conocimiento a partir de diversas miradas, y a su vez, promueve un vínculo más cercano entre los estudiantes del nivel secundario y la universidad. Por tal motivo, la presente propuesta tuvo los siguientes objetivos: articular contenidos (horizontal y verticalmente) de modo de construir puentes entre los saberes. Concretar proyectos inter-institucionales curriculares conjuntos. Posibilitar la interacción entre alumnos-alumnos, alumnos-docentes y/o docentes-docentes de los niveles y/o áreas que se articulan.

3. METODOLOGÍA

La metodología empleada para la realización de la propuesta inició con la creación de vínculos de trabajo entre los estudiantes y docentes de ambas instituciones. Seguidamente, la comunicación establecida con los docentes de la Facultad de Ciencias Químicas (Córdoba) se realizó mediante reuniones virtuales debido a la distancia geográfica entre las instituciones (1800 km). En principio, los estudiantes trabajaron en la obtención del bioetanol. A continuación, se diseñaron y elaboraron diferentes actividades experimentales para la evaluación de las características del bioetanol preparado por los estudiantes. Las actividades prácticas realizadas fueron:

3.1. Construcción del biorreactor

Se empleó un recipiente cilíndrico con tapa hermética para colocar los componentes de control de parámetros (medidor de pH, sensor de temperatura LM35, control de temperatura mediante resistencia externa y el motor agitador). En otro recipiente cilíndrico se colocó agua con el propósito de emplearlo como trampa de agua para contener el CO₂ proveniente del biorreactor. Los materiales del sistema de control son: motor de corriente continua, cables, sensor de temperatura y pH, estos serán acoplados a una placa de arduino para el control automático de estos parámetros.

3.2. Obtención del bioetanol

Se empleó una mezcla de sustancias miscibles entre sí (agua, azúcar y levaduras), la cual se dejó fermentar durante 4 semanas. Posteriormente, se procedió a separar el etanol de la mezcla mediante destilación simple. La temperatura se controló durante todo el proceso. Por último, el líquido destilado fue almacenado en una botella de plástico adecuada y rotulada.

3.3. Prueba de identificación de bioetanol mediante espectrofotometría UV-Vis

Esta técnica se implementó con el propósito de determinar la curva espectral (absorbancia vs. longitud de onda) del bioetanol preparado. Estos resultados fueron comparados con datos de bibliografía.

3.4. Determinación de la densidad de bioetanol

Se empleó como prueba de identificación la determinación de la densidad del líquido destilado pesando 1 mL del bioetanol preparado en un vaso de precipitado. A continuación, se calculó la densidad (densidad=masa/volumen).

3.5. Evaluación del bioetanol como desinfectante y antiséptico

Se realizaron pruebas microbiológicas utilizando placas con medio de cultivo tripteína soya agar. La toma de muestra se realizó mediante la utilización de hisopos estériles (sobre las mesas de trabajo) y utilizando directamente las manos. Se procedió a tomar muestra haciendo pasar el hisopo sobre la mesa y se sembró en las placas. De la misma forma, se tomó muestras tocando la placa con el dedo (sin aplicar ningún producto) en una región de la placa, luego se aplicó en otro dedo alcohol comercial y en otro el bioetanol obtenido previamente. Las placas se incubaron durante 24 y 72 h a 37°C.

Al finalizar las actividades experimentales, se realizó una encuesta a los estudiantes con el objetivo de conocer su experiencia durante la propuesta llevada a cabo.

4. RESULTADOS

El trabajo colaborativo llevado a cabo entre estudiantes y docentes entre estudiantes y docentes del Colegio Universitario Patagónico (Chubut) y docentes de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Córdoba (Córdoba) permitió construir un espacio de intercambio a partir del diseño y desarrollo de las actividades experimentales propuestas.

Las actividades experimentales se realizaron durante el ciclo lectivo 2022 con el acompañamiento y seguimiento de los docentes. Los estudiantes lograron diseñar y poner a prueba el biorreactor para la obtención del bioetanol

como se muestra en la Figura I.



FIGURA I. Biorreactor utilizado para la obtención de bioetanol.

Además, se determinó la curva de calentamiento en función del tiempo durante la destilación simple (Figura II). Estos resultados demostraron que la temperatura aumentó desde 25°C hasta 96°C hasta finalizar el proceso de destilación. Por otro lado, debido a que la temperatura no alcanzó los 100°C es probable que la muestra contenga una mezcla de alcohol agua luego de la primera destilación realizada.

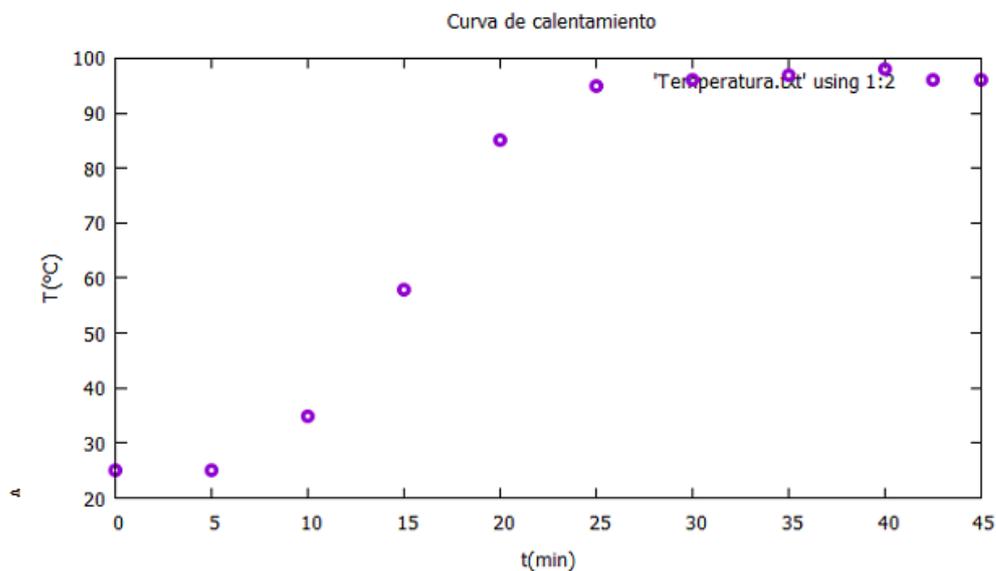


FIGURA II. Curva de calentamiento en función del tiempo durante la destilación simple de bioetanol.

Posteriormente, se realizó la prueba de identificación mediante espectroscopia UV-Vis a partir de la cual se determinó el máximo de absorbanza para una longitud de onda de 210 nm (longitud de onda teórica=214 nm), lo cual se correlacionó con lo observado en bibliografía (Saad et al., 2017). El error experimental obtenido en la determinación puede estar asociado a cuestiones experimentales y procedimentales. Los resultados se detallan a continuación (Figura III):

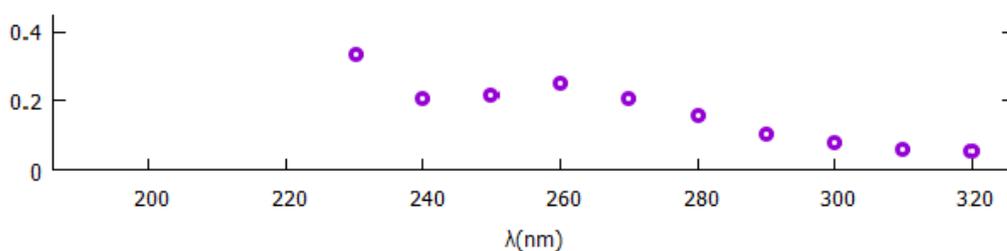


FIGURA III. Curva espectral (absorbancia vs. longitud de onda) de bioetanol obtenido.

A continuación, se determinó la densidad del bioetanol a temperatura ambiente, hallando un valor de 0,90 g/mL. De acuerdo a la bibliografía consultada el valor teórico es de 0,80 g/mL, lo cual indicó un error del 12% en la medición (Naessesms & Marigliano, 2013). Esto podría deberse a la utilización de un vaso de precipitado para realizar la medición.

Por otra parte, en cuanto a las pruebas microbiológicas, la metodología empleada permitió evaluar el bioetanol obtenido como desinfectante y antiséptico.

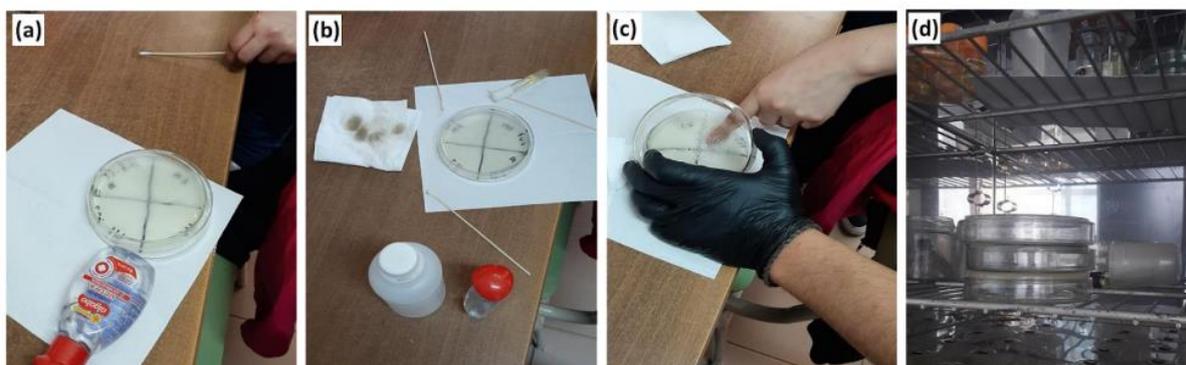


FIGURA IV. Materiales utilizados para los ensayos microbiológicos (a y b). Procedimiento para la toma de muestras (c). Incubación de placas en estufa a 37°C (d).

Los resultados de esta práctica permitieron confirmar la capacidad desinfectante del bioetanol obtenido en los distintos tiempos de incubación (Figura V). Luego de 24 h de incubación, se puede observar M1: mesa sin desinfectar, M2 mesa con el alcohol comercial, M3 mesa con el bioetanol obtenido, y B: caldo de cultivo para comprobar la esterilidad del material usado (Figura V.a). Además, se observa la placa con D1: dedo sin aplicar nada, D2: dedo con alcohol comercial, D3: dedo con el bioetanol y B: agua destilada blanco (Figura V.b).

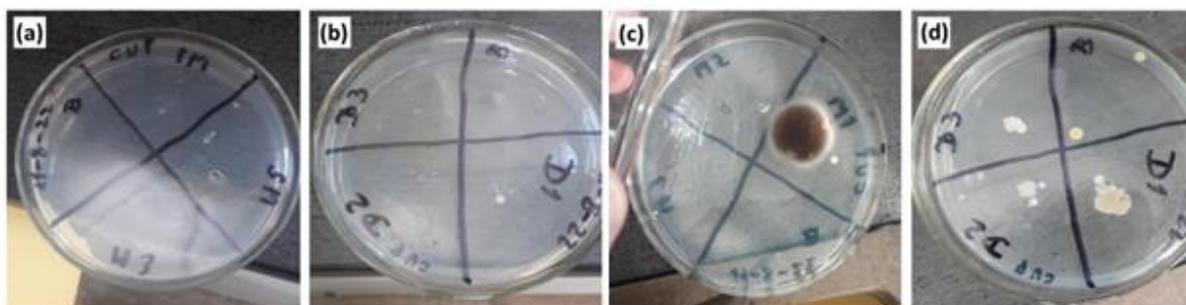


FIGURA V. Placas con las muestras recolectadas: mesa sin desinfectar (M1), mesa con alcohol comercial (M2), mesa con bioetanol obtenido (M3), blanco (B), dedo sin desinfectar (D1), dedo con alcohol comercial (D2), dedo con bioetanol obtenido (D3), blanco (B); luego de 24 h (a y b) y 72 h (c y d) de incubación a 37°C

Los resultados demostraron que tanto para M1 como para D1 se observa crecimiento bacteriano. Por otro lado, cuando se aplicó alcohol comercial y el bioetanol obtenido no se observó crecimiento microbiano en las placas,

lo cual demostró que el bioetanol obtenido actúa como desinfectante (para superficies) y como antiséptico (para aplicación sobre la piel). Seguidamente, la placa que tuvo una incubación de 72 h a 37°C y en la cual se sembró muestra tomada de las mesadas, evidenció crecimiento microbiano solo cuando no se aplicó ningún producto, mientras que en el resto no se observó crecimiento microbiano. Sin embargo, la placa en la cual se sembró directamente con los dedos de las manos se observó crecimiento bacteriano en todos los casos, lo que podría indicar que la placa se contaminó accidentalmente.

Finalmente, en cuanto a la encuesta realizada a estudiantes, los ensayos microbiológicos fueron señalados como los más interesantes. Además, mencionaron que la realización de actividades experimentales favoreció la comprensión de los contenidos. Sin embargo, se mencionó que el trabajo en grupo no siempre promovió el aprendizaje.

5. CONCLUSIONES

La presente propuesta de trabajo favoreció el trabajo en equipo entre estudiantes y docentes de diferentes niveles, permitiendo la construcción de nuevos vínculos de trabajo entre los integrantes. Por otro lado, fue posible diseñar las actividades experimentales en función a los materiales y equipos disponibles, y a su vez, llevarlos a cabo en los espacios disponibles. Las actividades experimentales promovieron la utilización de diferentes equipos y técnicas de laboratorio, el análisis de resultados y la elaboración de conclusiones por parte de los estudiantes. Las actividades que fueron señaladas como más interesantes por los estudiantes fueron los ensayos microbiológicos. Por último, la propuesta favoreció la participación de los estudiantes en todas las instancias, otorgando el rol de protagonistas a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Colegio Universitario Patagónico por haber hecho posible la realización de las actividades experimentales y a la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco en conjunto con la cátedra de Química Biológica I por permitir la realización de los ensayos microbiológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bilbao N. (2009). Antisépticos y desinfectantes. *Farmacia Profesional*, 23(4), 37-39.
- Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281. <https://www.redalyc.org/journal/2654/265447025017/html/>
- Férez, P. E. G. (2005). *Un acercamiento al trabajo colaborativo*. *Revista iberoamericana de educación*, 36(7), 1-14. <https://rieoei.org/RIE/article/view/2927/3850>
- Gutiérrez, F., & Prieto, D. (1999). *La mediación pedagógica. Apuntes para una educación a distancia alternativa*, 6(4), 1-45.
- Linares-Enriquez, A., Lopez-Sanchez, M., & Caballerotores, P. (2017). *Diseño y control de un biorreactor tipo batch para la generación de biogás*. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 4(13), 11-18.
- Marcelo, C. (2001). *Aprender a enseñar para la Sociedad del Conocimiento*. *Revista complutense de educación*, 12(2), 531.
- Naessem, R. M., & Marigliano, A. C. G. (2013). Densidad, viscosidad, volumen molar de exceso, desviación de la viscosidad y calor de mezcla de los sistemas Dipe+(Metanol, o Etanol, o Propanol) a 298.15 K. *Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA*, 1(1853-7871), 1-5.
- Saad, H., Rahman, M. K. A., Yassin, I., & Muad, A. M. (2017). *Characterization of ethanol concentrations at ultraviolet wavelength region*. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9(4S), 384-400.



ARTICULACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD Y LA EDUCACIÓN SECUNDARIA AGROPECUARIA

Ethel Coscarello, María Laura Gómez Castro y Claudia Larregain

Universidad de Morón, Escuela Superior de Ingeniería, Informática y Cs Agroalimentarias, Morón,
Provincia de Buenos Aires, Argentina.

ecoscarello@unimoron.edu.ar

Resumen

La Escuela Superior de Ingeniería, Informática y Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Morón, participo de un programa de patrocinio con escuelas agrotécnicas y secundarias técnicas, con el propósito de fortalecer, la capacitación de sus docentes, sus alumnos y colaborar en la formación de técnicos agrónomos. El engranaje de contenidos se pone de manifiesto dictando cursos ricos en dispositivos pedagógicos y didácticos. Los cursos tienen como estructura, el diseño de una guía con el fin de la realización de actividades experimentales, con la ampliación del campo conceptual, y fomentando la comunicación de lo aprendido y la integración y síntesis de los contenidos. Los encuentros transcurren manteniendo la divulgación de conocimientos y tareas realizadas en el ámbito universitario del área específica. A través de encuestas anónimas, se analizan las opiniones del alumnado participante, para con el plantel docente, y evaluando las actividades propuestas. Se demuestra con estos datos certeros que el proceso de articulación resulta valioso para ambos escalafones educativos. La interacción fomenta el traspaso de saberes y experiencias, la divulgación de contenidos y la apertura de sendos actores. Promueve el crecimiento y la formación de estudiantes autónomos y capaces de transitar el puente de unión entre los distintos niveles educativos.

Palabras clave: Enseñanza de química general; interacción del nivel universitario y secundario; estudio de los agroalimentos; microbiología; articulación entre niveles educativos.

Abstract

The Higher School of Engineering, Informatics and Agro-Food Sciences of the University of Morón, participated in a sponsorship program with agrotechnical schools and technical secondary schools, with the purpose of strengthening training of its teachers, its students and collaborate in the training of agricultural technicians. The content gear starts manifested by giving courses rich in pedagogical and didactic devices. The courses have as structure, the design of a guide in order to carry out experimental activities, with the expansion of the conceptual field, and promoting the communication of what has been learned and the integration and synthesis of the contents. The meetings take place maintaining the dissemination of knowledge and tasks carried out in the university environment of the specific area. Through surveys anonymous, the opinions of the participating students are analyzed, towards the teaching staff, and evaluating the activities proposals. It is demonstrated with these accurate data that the articulation process is valuable for both levels educational. The interaction encourages the transfer of knowledge and experiences, the dissemination of content and the opening of both actors. Promotes the growth and training of autonomous students capable of crossing the bridge of connection between the different educational levels.

Keywords: General chemistry teaching; interaction of the university and secondary level; study of agri-food; microbiology; articulation between educational levels.

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de articulación del sistema educativo entre diferentes niveles requiere vinculación y compromiso de las partes involucradas. Las autoridades de la Escuela Superior de Ingeniería, Informática y Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Morón, realizan encuentros con los directivos de las instituciones del

nivel de la educación secundaria técnica dentro de la región que se desempeña. Estos encuentros se hacen extensivos con la presencia de los docentes de las diferentes áreas, entre ellas el área química, y cuyos docentes también participan en trabajos de investigación de Agroalimentos. Con esta acción se busca generar un espacio de formación de los alumnos orientados al sector agroalimentario (Resolución 3828-09) Se realizaron varios encuentros entre los docentes de los dos niveles, se incluyeron exposiciones, donde se expresaron los inconvenientes de los alumnos del secundario y de los alumnos que empiezan el primer año en la universidad, al abordaje de temas incluidos en la currícula de cada uno de los niveles. (Plan estratégico agroalimentario y agroindustrial participativo y federal. 2010-2016). Se realizó por parte de los docentes e investigadores de química de la universidad, una guía de trabajos prácticos con una introducción teórica (Coscarello E, y col. 2013)., para luego dar lugar a las actividades en el laboratorio. Esta guía se consensuó con los docentes del colegio secundarios, los cuales también estuvieron presentes tanto en la explicación de los temas, como en la realización de los trabajos prácticos. Logrando una plena articulación. Se eligió el trabajo práctico como actividad porque fomenta la independencia, autosuficiencia y seguridad de los alumnos, así como la oportunidad de aplicar y afianzar los conceptos. Los resultados se evalúan mediante el análisis de informes presentados por los alumnos y de las encuestas anónimas. Existen antecedentes de la articulación entre la docencia en diferentes niveles y la investigación universitaria. (Roble y Col, 2007 y Lambert y Col, 2022) y sobre la problemática de la educación agropecuaria (Plencovich, 2013).

1.1. Objetivo general

Contribuir a la apropiación de conocimientos de los miembros de la comunidad educativa y generar un espacio de formación de alumnos orientados al sector agroalimentario y agroindustrial.

1.2 Objetivos específicos

Adquirir los conocimientos básicos acerca de los distintos procesos que conllevan a la producción y al control de calidad de los Agroalimentos.

Resolver las problemáticas reales para favorecer la articulación teórica práctica.

Desarrollar competencias para un mejor desempeño en el trabajo profesionalizante del último año.

2. METODOLOGÍA

Se reciben los alumnos del último año de las instituciones en días y horarios programados, favoreciéndose el desarrollo de contenidos asociados a asignaturas troncales de las carreras de la facultad. Nos centraremos en el proceso de articulación y sus resultados sobre la base de 7 instituciones recibidas en el marco de un programa de patrocinio orientado a la profesionalización del alumnado. Se han recibido un total de 137 alumnos, cumplimentándose hasta el momento un total de 116 horas designadas a la actividad como se indica en la siguiente tabla.

TABLA I. Nómina de colegios recibidos, cantidad de alumnos y horas dedicadas en cada caso

Colegios recibidos	Nº Alumnos	Horas
EEN 2 Hurlingham	30	30
EEN 2 Moreno	27	20
EE N 5 Merlo	20	20
EE N 2 San Martin	10	10
EEN3 Tres de Febrero	20	20
Instituto Fahy - Moreno	10	34
Colegio Don Bosco	20	12
TOTAL	137	116

En las prácticas profesionalizantes se ha trabajado específicamente en las áreas de la química, la microbiología general y los Agroalimentos. Cada encuentro fue dividido en dos etapas. Inicialmente, se realizan exposiciones explicativas, para luego dar lugar al trabajo de laboratorio. Las exposiciones se realizaron por medio de presentaciones Power Point intercambiando conceptos con los alumnos y utilizando ejemplos del trabajo que realizan en su escuela y en su vida cotidiana. Se confeccionan guías que cuentan con explicaciones teóricas y las consignas prácticas a seguir en el laboratorio.

2.1. Temario de los cursos

Química Aplicada y Química General Soluciones / Determinación de pH / Soluciones Amortiguadoras / Fundamentos de Espectrofotometría / Separaciones / Cromatografía / Ensayos preliminares / Reacciones Químicas **Bibliografía:** Atkins Peter (2000), Principios de Química. Ed Omega

Microbiología de Alimentos Microbiología básica de alimentos / Recuentos de microorganismos aerobios mesófilos en leche / Técnicas de siembra / Observación microscópica de colonias bacterianas y fúngicas / Tinciones. **Bibliografía:** Código Alimentario Argentino http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp. Fellows, P. (1994) "Tecnología del procesado de los alimentos". España. Acribia S.A

Curso Introductorio de Agroalimentos Clasificación de semillas en enteras y partidas / Separación de malezas y cuerpos extraños / Observación de las semillas en lupa estereoscópica / Lectura de normas IRAM 15853 para recuento de 1000 semillas / Desarrollo de la técnica de Recuento de 1000 semillas / Peso en balanza granataria / Hidratación de semillas para germinación, medida de absorción de agua / Germinación en bandeja según ISTA Third Edition 2006 / Separación de semillas germinadas / Diagnóstico de agentes contaminantes como hongos y bacterias en placa de Petri, con las semillas germinadas y observación en lupa o microscopio de las colonias sembradas (Técnicas de siembra para hongos y bacterias en medio sólido (agar) / Cultivo de semillas germinadas y contaminadas en placa de Petri / Observación de colonias macroscópicamente / Observación de colonias en lupa / Registro sistemático de los datos obtenidos y elaboración de informe. **Bibliografía** Tortora G J., Funke B. R., Case C. L. (2007) Introducción a la microbiología. Ed. Médica Panamericana

3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Se han realizado gráficos que representan los resultados en base a los alumnos recibidos por la universidad. Sobre los gráficos se pueden observar los porcentajes. La evaluación se focaliza hacia procesos y resultados tanto evidentes como no tan evidentes, con la expectativa de lograr propósitos educativos, propuestos en todo el proceso formativo. La situación ideal se genera cuando el alumno logra un óptimo desarrollo intelectual, cultural, individual y social. Por eso, consideramos la evaluación integral del proyecto considerando tres criterios diversos: trabajos prácticos, encuestas anónimas y asistencia a los cursos. Se realiza el análisis de informes integradores presentados por los alumnos. La FIGURA 1 muestra el gráfico correspondiente a los resultados de la evaluación de los informes integradores realizados por los alumnos.

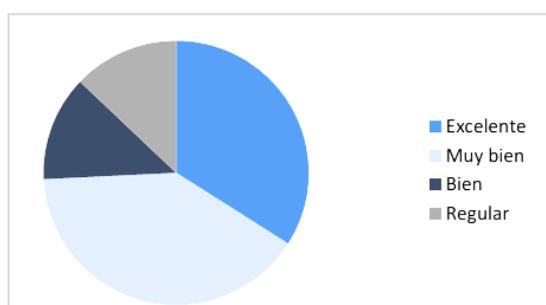


FIGURA 1. Gráfico correspondiente a los resultados de la evaluación de los informes integradores realizados por los alumnos

Se analizan otros parámetros influyentes a través de encuestas anónimas, que proporcionan datos certeros y consistentes de las opiniones del alumnado para con el plantel docente y las actividades propuestas. Se evalúa el impacto en términos vivenciales que produce en los estudiantes el contacto con un estilo de cursada y enseñanza diferente al de la escuela media.

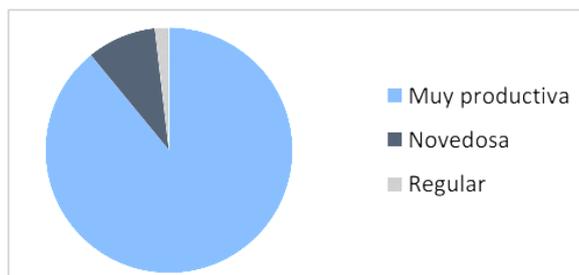


FIGURA 2. Gráfico correspondiente a los resultados de la experiencia arrojados por las encuestas anónimas realizadas por los alumnos

Por otra parte, se toma asistencia a cada curso en cada clase dictada.

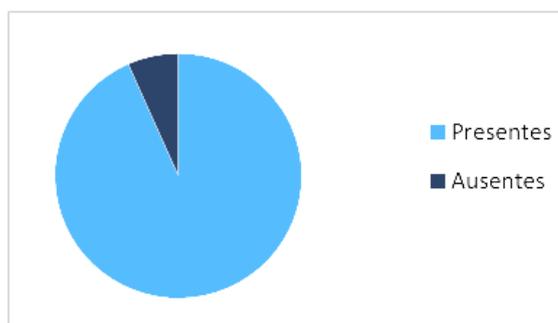


FIGURA 3. Gráfico correspondiente a los resultados de la asistencia de los alumnos a las clases.

4. CONCLUSIONES

La experiencia muestra que el proceso de articulación resulta valioso para ambos escalafones educativos. La interacción fomenta el traspaso de saberes y experiencias, la divulgación de contenidos y la apertura de sendos actores. El espacio generado promueve las innovaciones educativas a partir de la capitalización de los conocimientos que están presentes en el sistema educativo. El programa de padrinazgo liga los distintos ámbitos durante un tiempo y representa una oportunidad para el aprendizaje compartido entre instituciones. Observamos que la asistencia de los alumnos a los cursos fue mayoritariamente sostenida. Esto, junto con los datos obtenidos de las encuestas anónimas, nos deja entrever el interés del alumnado en las temáticas propuestas. Por otra parte, la dedicación y precisión expuesta en los trabajos prácticos evaluados nos muestra la capacidad de los alumnos. Esta experiencia puede minimizar la brecha entre los niveles. El proceso pretende dar una respuesta práctica al impacto, muchas veces negativo, que representa el ingreso de los alumnos en la vida universitaria. Este impacto provoca deserciones a poco de iniciar los estudios superiores. El hecho de insertarse previamente en la universidad en un período breve, sin presiones de ningún tipo y acompañados por su institución de origen, representa un acercamiento flexible, pausado y genera confianza en los alumnos. La comunicación establecida, la capacitación profesional que pueden adquirir los alumnos, la posibilidad de las instituciones secundarias de realizar una autoevaluación en función de los resultados vertidos, son algunas de las ventajas resultantes que podemos destacar. Además, creemos en el fortalecimiento de la gestión y el trabajo promovido por esta actividad, la generación de ideas y propuestas para el cambio y la apertura de un camino para el desarrollo e implementación de pasantías futuras.



Los cursos constituyen una modalidad de cooperación e intercambio en servicio, aprovechan la infraestructura del sistema educativo universitario y favorecen la integración. El dictado de estos cursos es experimental y requerirá evaluaciones a largo plazo para conocer fehacientemente los resultados. Sin embargo, creemos que este proyecto promueve el crecimiento y la formación de estudiantes autónomos y capaces de transitar el puente de unión entre los distintos niveles educativos. Es fundamental impartir continuidad en el proceso de articulación iniciado y de este modo seguir incursionado en nuevas técnicas de enseñanza. Las conclusiones deben resaltar aquellos aspectos relevantes y novedosos, así como las recomendaciones y acciones a futuro, si las hubiera.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los directivos de la Escuela Superior de Ingeniería, Informática y Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Morón por permitirnos llevar a cabo este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dirección Provincial de Educación Secundaria diseño curricular Resolución 3828-09 https://abc.gob.ar/secretarias/sites/default/files/2021-05/43- resolucion_provincial_ndeg_3828-09.pdf
- PEA Plan estratégico agroalimentario y agroindustrial participativo y federal. (2010-2016), Min. Agric. Ganad. y Pesca. <https://periferiaactiva.files.wordpress.com/2014/08/plan-estrategico-agroalimentario-yagroindustrial-participativo-y-federal-pea2.pdf>
- Coscarello E, Larregain C.C., Gómez Castro M. L., (2013). Guías de Trabajos Prácticos de Química General y Química Aplicada elaboradas para la articulación con los colegios secundarios- FAyCA Universidad de Morón.
- Lampert D., Leva, G; Russo, M; Scandroglio, N; Porro, S (2022). Una experiencia para promover la inocuidad alimentaria en una escuela agropecuaria. FAVE – Sección Ciencias Veterinarias20 (2022) Suplemento Jornadas FCV-UNL. DOI:10.14409/favecv.2022.Suplemento
- Plencovich, María Cristina (2013) " La deriva de la educación agropecuaria en el sistema educativo argentino." Tesis doctoral. Programa interuniversitario doctorado en educación (PIDE). Universidad Nacional de Tres de Febrero. Universidad Nacional de Lanús.
- Roble M. B.; Cornejo J. N.; Speltini C. (2007) Articulando Investigación, Docencia y extensión: Algunas experiencias en el campo de la Ciencia y la Tecnología. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Departamento de Física. Gabinete de Desarrollo de Metodologías de la Enseñanza.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA UTILIZADA PARA LA PREPARACIÓN DE LOS CURSOS DICTADOS.

- Código Alimentario Argentino http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp.
- Fellows, P. (1994) *Tecnología del procesamiento de los alimentos*. España. Acribia S.A.
- Atkins Peter (2000), *Principios de Química*. Ed Omega.
- Tortora G J., Funke B. R., Case C. L. (2007) *Introducción a la microbiología*. Ed. Médica Panamericana.

LA VUELTA A LA PRESENCIALIDAD: LA EVALUACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA SUPERAR LAS DIFICULTADES

Nayla J. Lores, Fiama Bonomi y M. Soledad Islas

Departamento de Química y Bioquímica (DQyB), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN),
Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), 7600 Mar del Plata,
nlores@fi.mdp.edu.ar , fiama.bonomi@gmail.com , msislas@mdp.edu.ar

Resumen

En este trabajo se evidencian las dificultades observadas en el retorno a la presencialidad plena durante el primer cuatrimestre del año 2022. Dado que no se encontraron trabajos que describan el escenario post pandemia en las aulas universitarias, nos propusimos indagar y describir las situaciones vivenciadas en nuestra asignatura Química Inorgánica. Se observó que hubo una disminución considerable en el número de estudiantes inscriptos en materias de las áreas químicas básicas y que un gran porcentaje mostró dificultades en conceptos claves y básicos vistos en asignaturas previas. En este contexto, se plantearon diversas actividades para que los estudiantes identifiquen los contenidos a reforzar y puedan avanzar hacia la autonomía del aprendizaje. A partir de esto se obtuvo una mejora en el desempeño de los estudiantes, lo cual se evidenció en el resultado de los parcialitos y en el trabajo en el laboratorio. Se concluye que se debe aguardar más tiempo para ver si la disminución de los estudiantes se debe a la deserción estudiantil durante la pandemia o es un fenómeno aislado. Adicionalmente, se espera que el retorno a la presencialidad contribuya a la homogeneización en el nivel de los estudiantes, al menos hasta niveles prepandemia.

Palabras clave: postpandemia, retorno a la presencialidad, número de estudiantes, dificultades, evaluación.

Abstract

This paper shows the difficulties observed in the return to full presence during the first four-month period of the year 2022. Since no works were found that describe the post-pandemic scenario in the classrooms university students, we set out to investigate and describe the situations experienced in our Inorganic Chemistry subject. I know observed that there was a considerable decrease in the number of students enrolled in subjects in the chemical áreas and that a large percentage showed difficulties in key and basic concepts seen in previous subjects. In this context, various activities were proposed so that students identify the contents to be reinforced and can advance towards learning autonomy. From this an improvement in the performance of the students was obtained, which was evidenced in the results of the partials and in the work in the laboratory. It is concluded that more time should be waited to see if the decline in students is due to student dropouts during the pandemic or is it an isolated phenomenon. Additionally, it is expected that the return to face-to-face will contribute to the homogenization at the student level, at least up to pre-pandemic levels.

Keywords: post-pandemic, return to face-to-face, number of students, difficulties, evaluation.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se evidencian las dificultades observadas en el retorno a la presencialidad plena durante el primer cuatrimestre del año 2022 en la asignatura Química Inorgánica perteneciente al segundo año de diversas carreras. Dado que no hay aún muchos trabajos que describan el escenario post pandemia del retorno a la presencialidad en las aulas universitarias, nos propusimos indagar y describir acerca de las situaciones que vivenciamos en nuestra asignatura y en otras materias relacionadas durante el primer cuatrimestre de retorno a la presencialidad plena en 2022.

Varios trabajos realizados durante la pandemia mencionan que la situación vivenciada en la pandemia pudo generar un abandono o deserción mayor a niveles prepandémicos en el nivel superior (Millones-Liza y García Salirrosas, 2022; Seminara, 2021; Zambrano Curitima, 2021). El informe de UNESCO-IESALC (2020) mencionaba que la situación vivida en la pandemia era particularmente preocupante respecto de los estudiantes más

vulnerables que ingresaron a la educación superior en condiciones más frágiles. Por esta razón nos interesaba particularmente recabar información acerca del número de inscriptos en nuestra materia en el periodo 2019-2022 con el fin de evaluar de manera temprana indicios de deserción.

En cuanto a la calidad de la educación que han recibido nuestros estudiantes durante el periodo de educación no presencial, podemos decir que presentó una mayor diversidad. En muchos casos, la falta de acompañamiento docente conlleva a una disminución de la calidad de enseñanza, como muestra un estudio realizado en nuestra facultad (Bonomi e Islas, 2020) en el que alrededor del 45% de los estudiantes encuestados expresaron que no había contacto suficiente con los docentes que en muchos casos sólo limitaban su función a subir material teórico. A diferencia de la educación virtual, la migración a la virtualidad provocada por el COVID-19 se realizó en un contexto de emergencia para el que la mayoría de los actores no estaban preparados, por esta razón se habla muchas veces de educación remota de emergencia (Hodges, et al. 2020). Las universidades y los docentes tuvieron que adoptar pedagogías emergentes e incorporar diversidad de herramientas tecnológicas, pero en muchos casos sin orientaciones educativas claras. Debido a lo anterior, los hallazgos reportados en diferentes trabajos sobre la calidad de la enseñanza y el aprendizaje y, el impacto de las tecnologías emergentes utilizadas durante el confinamiento no fue la óptima, por lo que se observó una gran diversidad en los aprendizajes adquiridos por los estudiantes. En este contexto, el alumno percibe que se cumplieron los objetivos de aprendizaje; sin embargo, hacen referencia a una disminución del rigor académico en el periodo de transición (Mortis Lozoya et al. 2021). Se puede inferir que ese rigor está siendo percibido atendiendo a las características y condiciones de acceso a los recursos tecnológicos, más que a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Dado que la mayoría de las propuestas educativas tenían un fuerte carácter individual, dependiendo del docente a cargo de cada grupo, es de esperar que los estudiantes arriben a 2022 con la vuelta a la presencialidad con una mayor diversidad en los conocimientos previos que lo que se observaba en épocas prepandémicas. Frente a esta diversidad, una de las propuestas que se muestran aquí es el de utilizar la evaluación como herramienta para lograr una autonomía en el aprendizaje. Realizar preguntas que permitan la reflexión de los contenidos adquiridos o que restan por aprender se encuentra dentro de las denominadas “evaluaciones para el aprendizaje” (Anijovich y Cappelletti, 2017) ya que les permite reconocer a los estudiantes en qué parte del proceso se encuentran, que lograron y qué les falta. Asimismo, desde la mirada del docente, la evaluación puede utilizarse para reorientar la enseñanza, si es que se analiza y se pone en diálogo con los resultados obtenidos por los alumnos y las estrategias de enseñanza utilizadas. Como menciona Sanmartí (2011), aprender y enseñar implica evaluar. Enseñar requiere ayudar al que aprende en este proceso para que lo pueda realizar de la forma más eficiente posible. También implica acreditar si el proceso se ha realizado de forma efectiva y si los resultados son los esperados en función de los objetivos propuestos, utilizando por ejemplo la evaluación calificadora, como se muestra hacia el final de este trabajo.

De acuerdo con todo lo mencionado anteriormente, en este trabajo se proponen los siguientes objetivos:

- Describir y analizar la situación de los estudiantes en relación al retorno de la presencialidad plena y su evolución en la asignatura Química Inorgánica durante el primer cuatrimestre del año 2022.
- Estudiar y evaluar en qué medida el uso de instrumentos de evaluación formativa que promuevan la autorregulación del aprendizaje mejora el desempeño de los estudiantes.

2. METODOLOGÍA

La investigación fue realizada en la asignatura Química Inorgánica (QI) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales perteneciente a la Universidad Nacional de Mar del Plata. La misma se encuentra inserta en el área de Química General e Inorgánica del Departamento de Química y Bioquímica y es un curso obligatorio que integra la formación básica del plan de estudios correspondiente al segundo año de las carreras de Bioquímica, Licenciatura en Química y Profesorado en Química.

Los números de inscriptos a las asignaturas se obtuvieron a partir del sistema de gestión académica SIU-guaraní. Dado que son datos oficiales, no se contemplan los estudiantes que cursaron las materias de manera condicional (o irregular) por diferentes causas.

En cuanto a la utilización de instrumentos de evaluación formativa, se plantearon actividades que fueron

desarrolladas durante las clases de seminarios y que consistieron en breves preguntas utilizando el formato de “tarjeta de salida” (Furman, 2021), para que los estudiantes reflexionen y puedan, a su vez, seguir su propio proceso de aprendizaje. Brevemente, se daba una consigna al inicio de la clase para que respondieran los estudiantes y la entregaran por escrito antes de retirarse. Esas respuestas se procesaban y presentaban la semana siguiente, realizando una puesta en común compartiendo las reflexiones de cada estudiante y las opiniones de sus compañeros. Las dos consignas que se analizan en el presente trabajo fueron: “¿qué cosas me faltarían repasar para entender mejor esta materia?” Y “Hacer una lista de los temas que te van a evaluar en el próximo parcialito y que todavía no tenés claros o que te falta profundizar”.

La evaluación calificadora utilizada en este trabajo fue la correspondiente a los parcialitos de la materia o evaluación es de los Trabajos Prácticos (TP) que se llevan a cabo semanalmente y se realizan al comienzo de cada TP. De los 9 totales, aquí se analizan los 5 primeros que corresponden a temáticas de elementos representativos de la tabla periódica. Las categorías de las calificaciones eran: desaprobado (D), regular (R), y Bien (B). Todos los parcialitos tuvieron tres preguntas, que solicitaban a) la escritura de una reacción química del trabajo que iban a realizar, b) la mención de los reactivos a utilizar en un ensayo de caracterización y c) cómo identifican visualmente una determinada caracterización. Para su realización se les brindó un tiempo de 10-15 minutos a los estudiantes. Es importante aclarar que el contenido a evaluar es explicado cuatro días antes del desarrollo del TP por un docente de la asignatura.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis de la cantidad de estudiantes

Para este análisis se tomaron datos desde el 2019 que fue el último año de clases presenciales antes de la pandemia y se los comparó con los años siguientes hasta el 2022. Nos encontramos con una disminución notable del número de estudiantes inscriptos en materias de las áreas químicas básicas (ubicadas en el primer cuatrimestre del segundo y tercer año de las carreras de Bioquímica y Lic. en Química). En la Figura 1 se muestran los números de estudiantes inscriptos para las materias de Química Orgánica I (QO), Fisicoquímica I (FQ), Química Analítica General (QAG) y Química Inorgánica (QI). En todas se observa la tendencia en la disminución en el último año o en el último par de años. En el caso particular de QI, la disminución se volvió notoria durante este año, en el que se llevó a cabo el retorno a una presencialidad plena, similar a lo que ocurría en 2019. En 2022, tuvimos una disminución de un 50% en el número de estudiantes inscriptos (26 en total) con respecto a la media 2019-2021 (51 estudiantes).

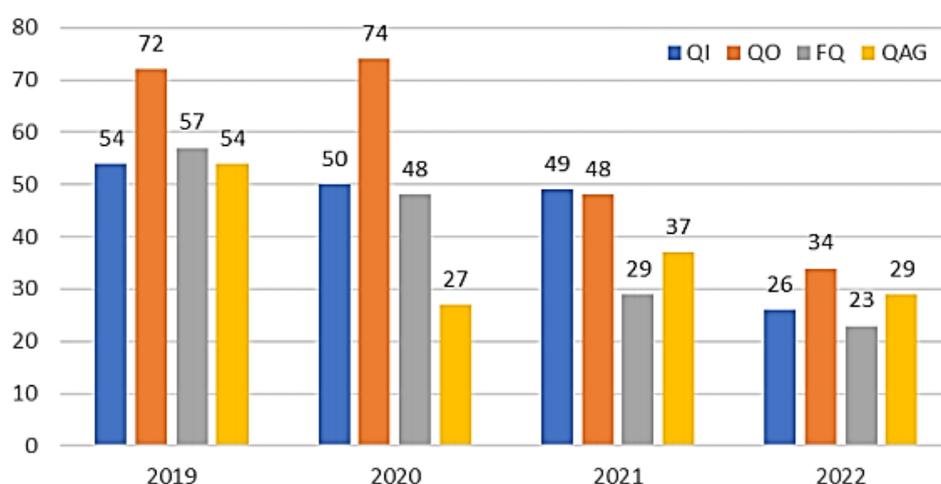


FIGURA 1. Número de estudiantes inscriptos, en las materias de Química Inorgánica (QI, celeste), Química Orgánica I (QO, naranja), Fisicoquímica (FQ, gris) y Química Analítica General (QAG, amarillo) durante los años 2019 a 2022. Encima de cada barra se indica el número total.

Si bien la disminución en el número de estudiantes inscriptos a las materias parece ser algo que se repite en varias asignaturas de las carreras de Lic. en Química y Bioquímica, resta ver si es un fenómeno puntual del primer cuatrimestre 2022 (ya sea porque muchos estudiantes no aprobaron las materias correlativas) o si se debe a una deserción estudiantil durante los años de educación virtual por la pandemia COVID-19, lo que resultaría preocupante y requeriría la acción de medidas institucionales.

3.2. Análisis del desempeño de los estudiantes de QI 2022.

Como se indicó en la sección anterior, la matrícula en la asignatura QI durante el primer cuatrimestre del año 2022 disminuyó sustancialmente, no obstante, el porcentaje de aprobación en la materia fue de un 73%, situación similar al 76% registrado en el año 2019, antes de la pandemia (Figura 2). Es importante destacar que el resultado reportado no brinda información acerca de las dificultades que presentaron los estudiantes luego del retorno a la presencialidad plena, pero que sin embargo nos interesa conocer.

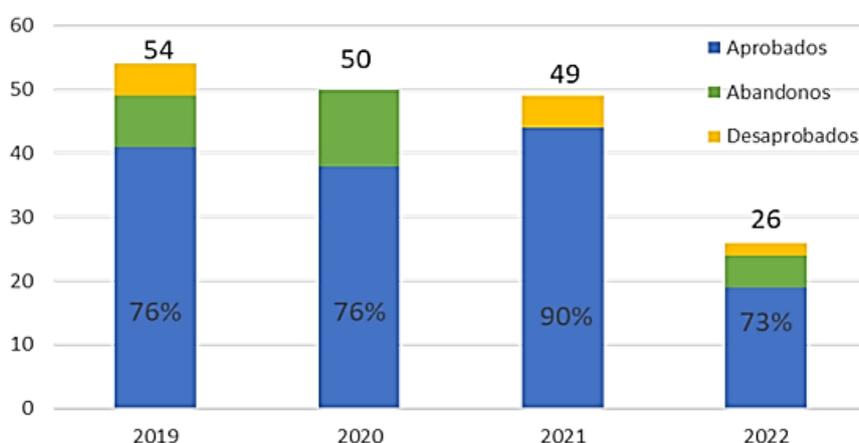


FIGURA 2. Desempeño académico de los estudiantes de QI durante los años 2019-2022, aprobados (celeste), abandonos (verde), desaprobados (amarillo). Encima de cada columna se indica el número total de inscriptos y dentro de las columnas el porcentaje de estudiantes aprobados.

Por tratarse de un segundo curso de química universitario, es de esperar que los estudiantes hayan adquirido y utilicen con fluidez, contenidos conceptuales y procedimentales tales como la escritura de fórmulas y ecuaciones químicas a partir de sus nombres (*utilización correcta de la nomenclatura y estados de oxidación*), identificación del tipo de reacción (*redox, ácido-base, combustión, entre otras*) y el correcto balanceo por el método ion-electrón para el caso de las reacciones redox, teniendo presente que pueden ocurrir en medios ácidos o básicos. Estos conocimientos previos resultan necesarios para cursar Química Inorgánica ya que en esta asignatura se centra en la relación entre la estructura y las propiedades que presentan las sustancias, por lo que es necesario tener un manejo apropiado de las fórmulas y/o estructuras antes de establecer relaciones.

Si bien se suele esperar que algunos estudiantes presenten dificultades en estos contenidos, fue notable el alto número de estudiantes que mostraron serias dificultades en conceptos claves como nomenclatura (alrededor del 50%). En la Figura 3 se muestran ejemplos de los errores y dificultades encontradas en los estudiantes a la hora de escribir distintos compuestos y ecuaciones químicas.

Es posible agrupar los errores y/o dificultades identificadas en la figura 3 en las siguientes tres categorías:

Nomenclatura: Problemas para escribir fórmulas químicas de compuestos a partir de sus nombres. En el A el error se encuentra en la escritura del permanganato de potasio, en B y C en la escritura del ácido sulfúrico y en D y E en la de nitrato de plomo y nitrato de sodio. En A también se observa la asignación incorrecta de los estados o números de oxidación.

Electroneutralidad: En F se observa que la fórmula propuesta no cumple los requisitos de electroneutralidad.

Reacciones redox: G-K muestran errores en la resolución de ecuaciones redox. En G, H, I se muestran errores de disociación de compuestos covalentes como si fueran iónicos. Este balanceo, les evita en muchos casos la dificultad de utilizar un medio (ácido o básico). Relacionado a esto, se encuentran los errores que se ven en J y

K, en dónde se debe balancear en medio básico y en los productos aparecen protones ante la dificultad de balancear en medio alcalino. Por lo tanto, es posible afirmar que nos encontramos con un grupo de estudiantes muy heterogéneo respecto de los contenidos previos.

En relación al trabajo en el laboratorio, y teniendo frente a un contexto de dos años de enseñanza completamente en forma remota, se evidenció en las primeras clases que los estudiantes no tenían hábitos ni un manejo adecuado del laboratorio, el cual fue modificándose y mejorando (en cuanto a la seguridad e independencia) a lo largo del cuatrimestre.

<p>A $K_2MnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow 2HMnO_2 + 2H_2O + K_2SO_4$</p>	<p>F $Fe_2(SO_4)_3 + NH_4SCN \rightarrow [Fe(SCN)]SO_4 + NH_4(SO_4)_2$</p>
<p>B $H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow Hm + MnO_2 + SO_2 + H_2O$</p>	<p>G $2Cl^-(ac) \rightarrow Cl_2 + 2e^-$ $Mn^{+4} + 2e^- \rightarrow Mn^{+2}(ac)$ $2Cl^-(ac) + Mn^{+4}(s) \rightarrow Cl_2 + Mn^{+2}(ac)$</p>
<p>C $KMnO_4 + 5H_2O_2 + 6H_2S \rightarrow 5O_2 + 8H_2O + 2MnS + K_2S$</p>	<p>H $Cu^0 \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ $S^{+6} + 2e^- \rightarrow S^{+4}$</p>
<p>D $Na_2S + Pb(HNO_3)_2 \rightarrow PbS + 2Na(HNO_3)$ <i>milgrano de sodio, nitrato de plomo, sulfuro de plomo, nitrato de sodio</i></p>	<p>I $3I_2(s) + 10HNO_3(ac) \rightarrow 6HIO_3(ac) + 10NO(g)$ Reducción: $(N^{+5} + 3e^- \rightarrow N^{+2}) \times 10$⁹⁴ Oxidación: $(I_2(s) \rightarrow 2I^{+5} + 10e^-) \times 3$⁹⁵</p>
<p>E $Pb_2N + 2Na_2S \rightarrow 2PbS \downarrow + Na_3N \rightarrow NaNO_3$ <i>Se forma sulfuro de plomo, y nitrato de sodio.</i></p>	<p>J $Cl_2(g) + 2NaOH(ac) \rightarrow NaCl(ac) + NaClO(ac) + H_2O(l)$ Reducción: $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ Oxidación: $2H_2O + Cl_2 \rightarrow 2ClO^- + 4H^+ + 2e^-$ ✗</p> <p>K $Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(ac)$ $Cl_2(g) + 2OH^- \rightarrow 2ClO^- + 2e^- + 2H^+$ $2Cl_2(g) + 2OH^- \rightarrow 2ClO^-(ac) + 2H^+ + 2Cl^-(ac)$ $2Cl_2(g) + 2NaOH(l) \rightarrow 2HClO + 2NaCl$</p>

FIGURA 3. Principales errores identificados en parcialitos e informes de laboratorio. A-F errores en nomenclatura, G-K errores en la escritura de reacciones redox.

3.3. La evaluación como herramienta.

Ante el panorama mencionado anteriormente, era necesario identificar qué estudiantes eran los que necesitaban reforzar o adquirir esos conocimientos. Sin embargo, más importante que lo anterior era que los estudiantes puedan conocer e identificar sus propias debilidades para avanzar hacia la autonomía del aprendizaje. En este contexto, se decidió dedicar unos minutos de las clases a plantear preguntas que requieran una reflexión acerca del proceso de aprendizaje que estaba viviendo cada estudiante. Este tipo de evaluaciones fomenta el desarrollo de la capacidad de autorregulación del aprendizaje cuyo impacto va más allá de una asignatura en particular, sino que tiene impacto en todas las materias. En este trabajo, se muestran las preguntas realizadas en dos clases en dos semanas consecutivas.

A partir del bajo desempeño general observado en los primeros parcialitos de la materia, se les pidió que escribieran en un papel: *¿Qué cosas les faltarían repasar para entender mejor la materia?* ante esto, se recibieron varias respuestas entre las que se seleccionaron las siguientes:

- “No llego a entender bien el laboratorio y no puedo resolver el parcialito”
- “[me falta] saber qué elemento va con qué”
- “[me falta] Repasar los distintos estados de oxidación (...) de acuerdo con la ubicación en la tabla periódica”
- “me faltaría saber cuándo una reacción es redox, de desplazamiento, neutralización, etc.”
- “me gustaría saber toda la nomenclatura de las especies sin tener que pensar tanto”
- “necesitaría haber leído un poco más de la teoría (...) antes del seminario”

A partir de esto, se les sugirió a aquellos estudiantes que tenían problemas con nomenclatura, estados de oxidación y balanceo de ecuaciones químicas que completaran una guía que era optativa pero que recomendamos que ellos en particular la hicieran. A la siguiente semana, les pedimos que hagan una lista de los

contenidos del TP que íbamos a evaluar y que todavía no tenían tan claro o que les faltaba repasar. La idea en esta oportunidad era que pudieran organizar los temas a aprender durante esa semana. Nuevamente, surgieron temas de fondo, similares a los analizados en la sección anterior.

- “Me falta practicar redox, tardo mucho en hacerlas”
- “Elegir reacciones que ejemplifiquen el carácter oxidante/reductor [de un compuesto]”
- “Tal vez debería repasar un poco cómo balancear la ecuación molecular para evitar tener cargas sueltas”
- “[Me falta] Reconocer a qué estado de oxidación pasará un elemento cuando tiene varias posibilidades” // “[Me falta] asignar y detectar los estados de oxidación con los que actúan ciertos elementos”
- “[Me falta repasar] Nombres de la mayoría de los compuestos”, otro estudiante [necesitaría repasar] “un poco de nomenclatura, aunque en el TP anterior me anoté todas las nomenclaturas y me fue mejor”
- [Me faltaría repasar] “qué productos dan sin tener que “memorizar” saberlo a través de la “teoría”, que tales elementos son oxidantes/reductores, y sus estados de oxidación más estables por ejemplo”

3.4. Desempeño en los parcialitos.

Luego de los primeros TP en los que se evidenció una cantidad anormalmente alta de desaprobados en los parcialitos, se realizaron los trabajos de reflexión mencionados anteriormente. Se evidenció que a medida que avanzaron los TP los estudiantes fueron mejorando su desempeño en los parcialitos rendidos y el número de desaprobados fue disminuyendo (figura 4). Conjuntamente, los estudiantes a lo largo de las clases de laboratorio (TP) demostraron una mayor seguridad e independencia durante el trabajo en el mismo. Estos resultados, por lo tanto, nos permiten valorar la importancia de realizar estas reflexiones para avanzar hacia un aprendizaje más autónomo y significativo.

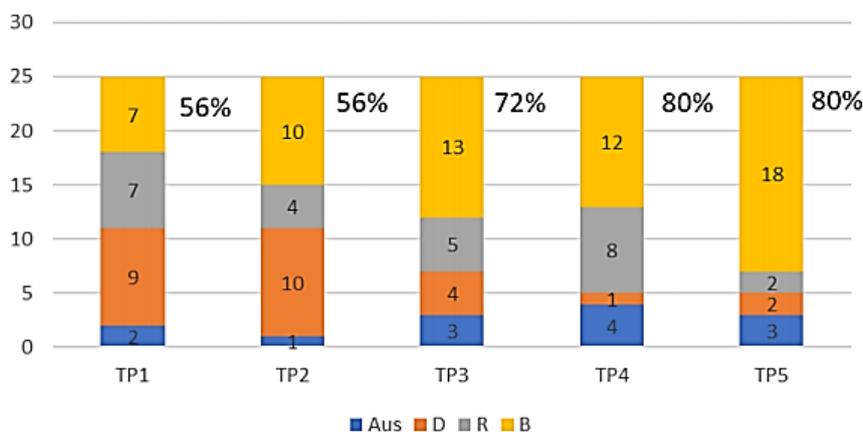


FIGURA 4. Notas obtenidas en los parcialitos de los TP 1-5: (Ausentes (Aus), Desaprobados (D), Regular (R), Bien (B)) sobre un total de 25 estudiantes. El porcentaje de aprobados (incluye B y R) se muestra a la derecha de cada barra.

4. CONCLUSIONES

Si bien la disminución en el número de estudiantes fue muy notoria, resta esperar para ver si este fenómeno está relacionado con la deserción estudiantil durante la pandemia o es un fenómeno aislado observado puntualmente en el primer cuatrimestre del año 2022. En el caso de la primera, las autoridades deberán prestar especial atención y generar programas que permitan el retorno de esos estudiantes.

Desde el equipo docente de la asignatura QI recibimos al principio del cuatrimestre 2022 un grupo muy heterogéneo de estudiantes, con diversos conocimientos previos y a su vez contenidos que tuvieron que ser aprendidos en el segundo año de la carrera, como sería el manejo de material de laboratorio. No obstante, la evaluación parece ser una herramienta transformadora desde la cual se pueden mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje por lo que sin duda necesitamos innovar en este aspecto. Se pudo evidenciar una evolución de los estudiantes a lo largo del cuatrimestre, incluso hacia el final, era notorio ver cómo los



estudiantes se desenvolvían en el laboratorio y respondían a las preguntas de una manera similar a los grupos que hemos tenido antes de la pandemia. En conclusión, es de esperar que el retorno continuo a la presencialidad contribuya a una nivelación de los conocimientos que adquieren los estudiantes, al menos hasta la situación prepandemia.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la cátedra de Química Inorgánica por permitirnos realizar este tipo de trabajos. Se agradece a Víctor Knudsen, Nicolás Rodríguez, Nataniel Martínez, Alejandra Almaraz por los números de estudiantes. También al proyecto EXA 1022/21 por la financiación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anijovich R. y Cappelletti, G. (2017). *La evaluación como oportunidad*. Paidós
- Bonomi, F., Islas, M.S. (2020) Ser estudiante en pandemia: experiencias y problemáticas en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Mar del Plata. *Boletín SIED*, 2, 20-31. <https://revista.sied.mdp.edu.ar/index.php/boletin/article/view/38>
- Furman, M. (2021). *Enseñar distinto: Guía para innovar sin perderse en el camino*. Siglo XXI
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., Bond, A. (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. Educause. Recuperado de <https://er.educause.edu/articles/2020/3/thedifference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Millones-Liza, D.Y., García-Salirrosas, E.E. (2022) Abandono de los estudiantes de una institución universitaria privada y su intención de retorno en época de COVID-19: un análisis para la toma de decisiones. *Cuadernos de administración*. 35, 1-20. <https://orcid.org/0000-0003-4197-8438>
- Mortis Lozoya, S.V., Rosas Salas, A., García López, R.I. (2021). Pedagogías y Tecnologías Emergentes para el aprendizaje de universitarios durante la pandemia COVID-19 en A. Escudero-Nahón y R. Palacios-Díaz (Eds.), *Tecnología y contingencias* (1ª ed. pp. 45-53). Transdigital.
- Sanmartí, N. (2011). Evaluar para aprender, evaluar para calificar en A. Caamaño (Ed.), *Didáctica de la Física y de la Química* (1ª ed. Vol. 2, pp. 193-209). Graó. <https://books.google.com.ar/books?id=xBEbAgAAQBAJ>
- Seminara, M.P. (2021). De los efectos de la pandemia COVID -19 sobre la deserción universitaria: desgaste docente y bienestar psicológico estudiantil. *Revista Educación Superior y Sociedad*. 33(2), 402-421. <https://doi.org/10.54674/ess.v33i2.360>
- UNESCO-IESALC (2020). *COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después. Análisis de impactos, respuestas políticas y recomendaciones*. <http://www.iesalc.unesco.org/wpcontent/uploads/2020/05/COVID-19-ES-130520.pdf>
- Zambrano Curitima, J.J. (2021) Efectos de la pandemia del COVID-19 en la deserción de estudiantes de Ciencias de la Comunicación. Universidad Científica del Perú. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1471>

ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN ESCRITA PARA REPENSAR LA ENSEÑANZA EN COMPETENCIAS A NIVEL UNIVERSITARIO

Romina Biotti, Graciela Olmos, Adriana Acosta

Facultad de Ingeniería Química, Santa Fe, Argentina

aacosta@fiq.unl.edu.ar , gvolmos@fiq.unl.edu.ar , rbiotti@fiq.unl.edu.ar

Resumen

Las competencias genéricas son un conjunto de destrezas y conocimientos comunes a todas las carreras universitarias. Se denominan también habilidades transferibles, porque hacen referencia a la formación de un universitario en sentido genérico y deben ser adquiridas independientemente de los estudios que se cursen. La combinación del saber ser, el saber conocer y el saber hacer deben permitir a los estudiantes desarrollarse en ambientes laborales y sociales reuniendo procesos, instrumentos y estrategias. El saber ser, articula contenidos afectivo-motivacionales y se caracteriza por la construcción de la identidad personal, por las actitudes que se ponen en juego en la realización de una actividad. En este trabajo se analizaron exámenes escritos de dos asignaturas del ciclo básico y dos asignaturas del ciclo superior de diferentes carreras de la Facultad de Ingeniería Química de la UNL. A partir de este estudio se identificaron competencias genéricas implícitas en estos instrumentos de evaluación. Las habilidades que surgen de esas competencias se examinaron mediante expectativas de logro que se clasificaron en sobresaliente, notable, aprobado e ingenuo. En general se observa una comprensión básica de los contenidos, con expectativas de logro en términos de aprobado o ingenuo, que luego mejora en las asignaturas del ciclo superior.

Palabras clave: Evaluación, Competencias, Habilidades, Instrumentos de evaluación, Saber ser.

Abstract

Generic competencies are a set of skills and knowledge common to all university majors. They are also called transferable skills, because they refer to the training of a university student in the sense generic and must be acquired regardless of the studies that are taken. The combination of knowing how to be, knowing knowing and knowing how to do should allow students to develop in work and social environments, bringing together processes, instruments and strategies. Knowing how to be articulates affective-motivational contents and is characterized by the construction of personal identity, by the attitudes that are put into play in carrying out an activity. In this work, written exams of two subjects of the basic cycle and two subjects of the higher cycle of different careers of the Faculty of Chemical Engineering of the UNL. From this study, competencies were identified generic implicit in these evaluation instruments. The skills that arise from those competencies were examined through achievement expectations that were classified as outstanding, notable, approved and naive. In general it is observed a basic understanding of the contents, with expectations of achievement in terms of passing or naive, which then improvement in higher cycle subjects.

Keywords: Evaluation, Competences, Abilities, Evaluation instruments, Knowing how to be.

1. INTRODUCCIÓN

La Educación Basada en Competencias (EBC) representa un reto muy importante para la sociedad de la información y el conocimiento. En este sentido, la calificación profesional ya no es pensada únicamente como saberes o habilidades, sino como la capacidad de actuar, intervenir y decidir en situaciones diferentes. Así, la atención se ha desplazado de las calificaciones a las competencias profesionales (Andrione, 2020). Según Andrione (2020) las universidades tratan de alcanzar la integridad formativa de los estudiantes para que puedan vincularse con la sociedad y más específicamente con el campo laboral. Esto debe permitirle al estudiante apropiarse de los conocimientos (saber), las habilidades (saber hacer), las aptitudes (poder hacer) y las actitudes (querer hacer) que garanticen las competencias profesionales requeridas para comportarse a la altura de su tiempo (saber ser).

En otras palabras, alguien es competente cuando puede integrarse en una tarea con los demás. Aprender a ser competente es formarse en la concepción personal, cultural y socio-laboral; por tanto, la formación basada en competencias no puede referirse a la competitividad de quien sólo se forma competentemente para tener mayor poder o dominar sobre los otros, sino hacer el bien de manera cooperativa (Tobon, 2013).

Además de la influencia en los planes de estudio, las competencias deben intervenir también en las formas de evaluación, métodos de enseñanza y en la realización de los trabajos académicos. Las competencias pueden clasificarse en genéricas y específicas (Andrione, 2020).

La EBC constituye una propuesta que parte del aprendizaje significativo y se orienta a la formación humana integral, como condición esencial de todo proyecto pedagógico; integra la teoría con la práctica en las diversas actividades; promueve la continuidad entre todos los niveles educativos y entre éstos y los procesos laborales y de convivencia; fomenta la construcción del aprendizaje autónomo; orienta la formación y el afianzamiento del proyecto ético de vida; busca el desarrollo del espíritu emprendedor, como base del crecimiento personal y del desarrollo socioeconómico; y fundamenta la organización curricular con base en proyectos y problemas, trascendiendo de esta manera el currículo basado en asignaturas compartimentadas, dando pie a la construcción de un nuevo modelo conceptual integrador de las competencias, teniendo como base el pensamiento complejo y el desarrollo histórico del concepto de competencia.

En la actualidad la evaluación adquiere mayor relevancia, nuevas connotaciones y es considerada inherente al proceso de aprendizaje. Puede llegar a ser un verdadero instrumento para la mejora, si es concebida como un proceso cotidiano, sistemático y progresivo, que permita tomar decisiones oportunas mucho antes de asignar una calificación (Marrufo, 2016). En educación superior, la evaluación es la herramienta que permite valorar el nivel de logro de las competencias genéricas y de las específicas, actuando además como elemento regulador del aprendizaje. La evaluación de los aprendizajes, cualquiera sea la concepción que la sustente, es importante especialmente en el contexto universitario y está sujeta a la capacidad para evaluar justa y equitativamente a grupos numerosos integrados por alumnos diferentes.

Neus Sanmartí (2007) afirma que la evaluación constituye el motor clave del aprendizaje, y es más que sólo calificar. De ella depende tanto qué y cómo se enseña, cómo el qué y el cómo se aprende. Además, sostiene que más importante que evaluar competencias es entender cómo la evaluación ayuda al desarrollo de las competencias. Se trata de realizar una evaluación no sólo del desarrollo de competencias, sino también para el desarrollo de las mismas (García Sanz, 2014). Como se mencionó anteriormente, se requiere de la integración, de lo del saber ser, el saber conocer y el saber hacer, a su vez cada uno de estos saberes integra procesos, instrumentos y estrategias (Tobon, 2013).

Según el Libro Rojo de CONFEDI (2018) las competencias se clasifican en:

a) Genéricas:

Cada institución universitaria, en su marco institucional y del proyecto académico individual determinará para sus carreras, la estrategia de desarrollo para asegurar competencias de egreso genéricas comunes a todas las carreras de ingeniería y necesarias para asegurar el perfil de egreso. Estas competencias son:

- Competencias tecnológicas
 1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
 2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
 3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.
 4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
 5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- Competencias sociales, políticas y actitudinales
 6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
 7. Comunicarse con efectividad.
 8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
 9. Aprender en forma continua y autónoma.
 10. Actuar con espíritu emprendedor.

b) Específicas:

El plan de estudios debe garantizar el desarrollo de las competencias específicas para las actividades reservadas definidas en la terminal y verificar el cumplimiento, además, de la formación en el proyecto académico de la carrera, de los alcances de título que defina la institución, con la profundidad y calidad propia de un título de ingeniero.

Atendiendo a todo lo expuesto hasta aquí, el presente trabajo intentará dar cuenta del análisis de instrumentos de evaluación escrita utilizados en diversas asignaturas para diferentes carreras de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL), de modo de identificar alguna de las competencias genéricas definidas por el CONFEDI.

2. METODOLOGÍA

Los instrumentos de evaluación, tales como los exámenes que se ven en las asignaturas de la Facultad de Ingeniería Química, en general son acumulativos y periódicos. El examen escrito es el instrumento más utilizado en las materias tanto para promoción por parciales como en los finales y tienden a concentrarse en la información, llevando a que los alumnos se enfoquen demasiado en las respuestas "correctas". Es por esto que los protagonistas en este análisis fueron los exámenes escritos. La característica que poseen en común es que, en su totalidad, además de ser escritos, fueron elaborados en base a los contenidos desarrollados en las clases teóricas, coloquios, trabajos prácticos y seminarios, pero sin tener en cuenta la evaluación de competencias. Por lo tanto, estos instrumentos de evaluación fueron analizados de manera de identificar si implícitamente se evaluaron algunas de las competencias genéricas propuestas por el CONFEDI para las carreras de Ingeniería.

La observación y recopilación de datos se realizó con exámenes pertenecientes a las siguientes cátedras de la FIQ-UNL: Química General, Física II, Química Vegetal y del Suelo y Química, Nutrición y Legislación de los Alimentos. Estas asignaturas integran los programas de estudio de las carreras: Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería en Materiales, Licenciatura en Química y Profesorado en Química de la FIQ-UNL.

A partir de este análisis se lograron identificar las competencias genéricas que se detallan en la Tabla I.

TABLA I. Competencias genéricas identificadas en los exámenes escritos de las asignaturas Química General, Física II, Química Vegetal y del Suelo y Química, Nutrición y Legislación de los Alimentos.

Competencias tecnológicas	1 - Identificar, formular y resolver problemas. Se busca que los estudiantes sean capaces de organizar datos pertinentes, evaluar el contexto, valorar el impacto sobre el medioambiente, realizar una búsqueda creativa de soluciones, elaborar informes.
	4 - Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación de la Ingeniería. Se busca que los estudiantes sean capaces de utilizar técnicas con estándares y normas de seguridad.
	5 - Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovación tecnológica. Se busca que los estudiantes sean capaces de pensar en forma sistémica, crítica y creativa.
Competencias sociales, políticas y actitudinales	7 - Comunicarse con efectividad. Se busca que los estudiantes sean capaces de producir textos técnicos (como informes), uso de vocabulario adecuado, manejar herramientas informáticas apropiadas.
	9 - Aprender en forma continua y autónoma. Se busca que los estudiantes sean capaces de evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo, realizar búsqueda de bibliografía por medios, diversos, seleccionar material y hacer una lectura comprensiva y crítica.

Las competencias genéricas identificadas se fragmentaron en dimensiones o habilidades para poder analizar y evaluar óptimamente las mismas. Luego se desplegaron expectativas de logro para cada una de estas dimensiones, que actuaron como pruebas palpables, especificadas en descriptores ordenados gradualmente. Esto ayudó a visualizar mejor los resultados ya que se organizaron en diferentes niveles de cumplimiento, desde lo considerado insuficiente hasta lo excelente.

En la Tabla II se muestran las habilidades que fueron analizadas mediante las expectativas de logro que se

clasificaron en sobresaliente, notable, aprobado e ingenuo, para cada una de las competencias genéricas.

TABLA II. Habilidades consideradas para cada Competencia Genérica (según el CONFEDI) identificada en los exámenes escritos con sus respectivas expectativas de logro.

Habilidad	Expectativa de logro			
	Sobresaliente	Notable	Aprobado	Ingenuo
A-Comprensión de las consignas (Competencia 1)	Analiza con certeza los datos	Interpreta con claridad los datos	Reconoce los datos	No reconoce los datos
B-Estrategias y procedimientos (Competencia 4)	Integra la información con las actividades prácticas, lenguaje académico riguroso	Integra la información con las actividades prácticas, lenguaje académico apropiado	Integra la información con las actividades prácticas, lenguaje académico aceptable	No integra la información a las prácticas, no utiliza lenguaje adecuado
C-Solución a la problemática en las consignas planteadas (Competencia 4)	Utiliza todos los conceptos básicos. Soluciona errores	Utiliza la mayoría de los conceptos básicos. Soluciona algunos errores	Utiliza algunos conocimientos básicos	Utiliza escasos conceptos básicos
D-Relaciona la problemática planteada con su entorno (Competencia 5)	Relaciona e interpela con integridad las problemáticas del entorno	Relaciona con fundamentos las problemáticas del entorno	Relaciona algunas problemáticas del entorno	No relaciona las problemáticas del entorno
E-Comunicación escrita/Comunicación oral (Competencia 7)	Examen ordenado y muy fácil de leer sin errores de ortografía	Examen fácil de leer sin errores de ortografía	Examen ordenado con algunos errores de ortografía	Examen difícil de leer con errores de ortografía
F-Gestión de información (Competencia 9)	Relaciona diferentes fuentes y plantea soluciones	Relaciona diferentes fuentes	Relaciona algunas fuentes	Utiliza solamente la fuente conocida

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados se realizó teniendo en cuenta a que ciclo pertenecían cada una de las asignaturas elegidas. En primer lugar, se estudiaron Química General y Física II, del ciclo básico y por otro lado Química Vegetal y del Suelo y Química, Nutrición y Legislación de Alimentos, correspondientes al ciclo superior.

3.1. Asignaturas del ciclo básico

Química General y Física II se dictan en el ciclo básico, a estas asignaturas la comparten todas las carreras de la Facultad de Ingeniería Química, excepto Licenciatura en Matemática.

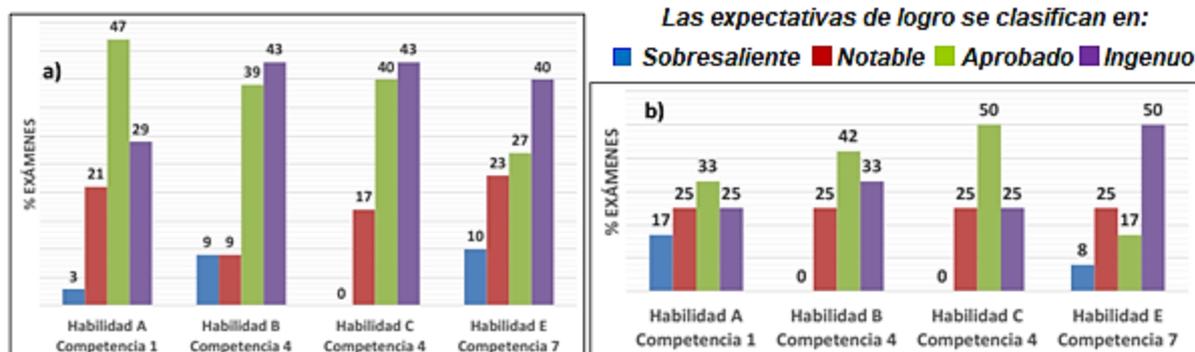


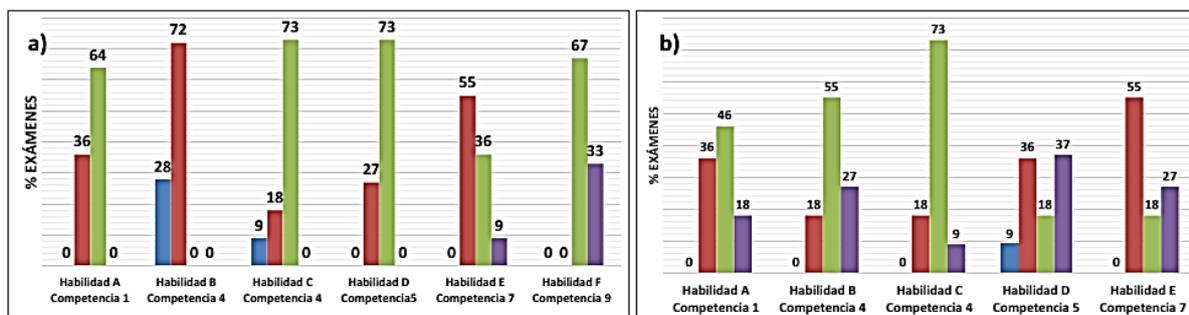
FIGURA 1. Habilidades según competencias genéricas en la evaluación formativa de materias del ciclo básico de la FIQ, siendo **a)** Química General y **b)** Física II.

En la Figura 1 se muestran las competencias identificadas y las habilidades analizadas en los exámenes escritos a los que se tuvo acceso de estas dos asignaturas. Cuando se analizó la comunicación escrita (habilidad E)

correspondiente a la competencia social “comunicarse con efectividad”, se encontró que en la mayoría de las consignas no se solicitaba la redacción de una respuesta. Sin embargo, en aquellas que sí, en las correcciones no se tuvieron en cuenta el modo de redacción, puntuación y errores de ortografía a la hora de definir una nota. En muchos exámenes se observó, que al momento de enunciar técnicas de laboratorio hay un vacío de descripción procedimental, dejando entrever la falta de comprensión de los fundamentos de las técnicas en sí mismas. Para esta competencia las gráficas elaboradas para ambas asignaturas muestran que aproximadamente el 50 % de los alumnos solo alcanza el nivel ingenuo. Al observar también las habilidades A, B y C se podría decir que los instrumentos utilizados tuvieron poca eficacia a la hora de evaluar las competencias que necesitan los futuros profesionales en formación. Esta conclusión se deduce al estudiar con detenimiento las gráficas, donde se ve la tendencia de no superar la expectativa de logro de aprobado e ingenuo en las habilidades analizadas para las competencias genéricas que pudieron reconocerse en los exámenes. No se especificaron aspectos generales sobre seguridad e higiene en ambientes laborales, esta habilidad sobre el manejo de elementos de seguridad está relacionada con la competencia tecnológica 4 “Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación de la ingeniería”. Las habilidades D y F no están expresadas en estos exámenes, por lo tanto, hay ausencia del análisis de la expectativa de logro por parte de los estudiantes.

3.2. Asignaturas del ciclo superior

Química Vegetal y del Suelo y Química, Nutrición y Legislación de Alimentos son materias del ciclo superior que comparten las carreras de Licenciatura y Profesorado en Química de la Facultad de Ingeniería Química. Siguiendo con el análisis, la Figura 2 muestra que, en las asignaturas del ciclo superior también, en general, los mayores porcentajes se observan en las expectativas de logro de aprobado e ingenuo. Sin embargo, cuando se analiza la comunicación escrita (habilidad E), los exámenes reflejaron textos claros y coherentes con el uso de vocabulario académico. Se observó que la habilidad D, que refiere a la relación de la problemática con el entorno, pudo ser evaluada y está presente en el instrumento. Esto es porque ambas son asignaturas que plantean explícitamente la relación de los contenidos conceptuales anclados al contexto o a situaciones problemáticas reales.



Las expectativas de logro se clasificaron en: ■ Sobresaliente ■ Notable ■ Aprobado ■ Ingenuo.

FIGURA 2. Habilidades según competencias genéricas en la evaluación formativa de materias del ciclo superior de la FIQ, siendo **a)** Química Vegetal y del Suelo y **b)** Química, Nutrición y Legislación de Alimentos

La habilidad B (Estrategias y procedimientos) para la competencia “Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación de la Ingeniería”, en la asignatura Química Vegetal y del Suelo se observan las mejores expectativas de logro: sobresaliente y notable. A pesar de la prevalencia de las menores expectativas se visualiza que en las materias del ciclo superior los instrumentos de evaluación permitirían valorar mejor el nivel de logro de las competencias genéricas.

Sería conveniente seguir analizando más instrumentos de evaluación para conocer mejor la tendencia observada en ambos ciclos, con respecto a los altos porcentajes que se alcanzan solo para los niveles ingenuo y aprobado. Asimismo, sería muy alentador poder revisar con mayor profundidad la forma de evaluar, de modo de poder incluir aquellas habilidades y competencias que no se manifestaron en los exámenes vistos en este

estudio.

4. CONCLUSIONES

En los exámenes escritos, instrumentos de evaluación más utilizados en las asignaturas que se analizaron en este trabajo, pudieron reconocerse de manera implícita competencias genéricas tecnológicas y competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales propuestas por el CONFEDI para las carreras de Ingeniería. Estos exámenes, que en general se prepararon teniendo en cuenta contenidos desarrollados en las clases teóricas, coloquios, trabajos prácticos y seminarios, pero sin tener en cuenta la evaluación de competencias, reflejan habilidades con bajas expectativas de logro en términos de aprobado o ingenuo.

Se podría inferir, que se alcanza una comprensión básica de los contenidos, que mejora en las materias del ciclo superior. De manera tácita, se identifica en estos instrumentos el intento de evaluar competencias que permitan identificar, formular y resolver problemas, utilizar técnicas y procedimientos de manera efectiva, que contribuyan a desarrollos tecnológicos teniendo en cuenta las problemáticas del entorno social. Además, se observa la evaluación de la comunicación escrita sobre la oral y es sumamente auspicioso que se quiera evaluar si el estudiante aprende en forma continua y autónoma.

En base a lo analizado hasta el momento, se reconoce la necesidad de una investigación que dé cuenta de aspectos relevantes de la evaluación utilizados en distintas asignaturas, de los ciclos básico y superior que conforman las carreras de la FIQ-UNL. Un relevamiento que permita conocer los diversos tipos de estrategias a la hora de pensar la construcción de los nuevos procesos de evaluación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional del Litoral por la financiación del proyecto CAI+D 2020 (código 50520190100099LI) en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrione, D. G. (2020). *Desarrollo de competencias específicas de Química de los ingresantes al ciclo básico común de las carreras de grado de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Católica de Córdoba*. Universidad Católica de Córdoba. Córdoba http://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/2517/1/FI_Andrioni.pdf.
- Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería en la República Argentina. Libro Rojo de CONFEDI*. Rosario, Argentina: Universidad FASTA Ed. <https://confedi.org.ar> › librorojo.
- García Sanz, M.P. (2014). *La evaluación de competencias en Educación Superior mediante rúbricas: un caso práctico*. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado. <https://revistas.um.es/reifop/issue/view/12801>.
- Marrufó Marrufó, C.A. (2016). *Evaluación: ¿una herramienta para la mejora?*. Chihuahua, México: Escuela Normal Superior Prof. José E. Medrano R.
- Sanmartí, N (2007). *10 Ideas claves. Evaluar para aprender*. Barcelona, España: GRAO.
- Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. Bogotá, Colombia: ECOE.

PROPUESTA DE EVALUACIÓN ENTRE PARES: ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS DESDE UN ENFOQUE AMBIENTAL

Rocío Belén Kraser, María Paula Pelaez

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

rbkraser@gmail.com, pelaezmariapaula@hotmail.com

Resumen

Entendiendo a la evaluación como un proceso continuo e inherente a la práctica educativa que va más allá de la mera acreditación de saberes; se presenta una propuesta de evaluación entre pares destinada a estudiantes de nivel secundario de escolarización para el abordaje del tema "El petróleo y las fuentes de energía alternativas a los combustibles fósiles". Dicha propuesta, propone el desafío de atender al carácter formativo y social de la evaluación, brindando una mayor participación del estudiantado en el proceso evaluativo y tiene por objetivos promover en los y las alumnas el trabajo colaborativo y una mayor autonomía tanto en la toma de decisiones como en la regulación de los aprendizajes. Partiendo de la necesidad e importancia de una educación ambiental para todas las personas y en lineamiento con los Objetivos de Desarrollo Sostenible; se realizan diferentes actividades contextualizadas que permiten trabajar el tema en estudio desde lo curricular pero, fundamentalmente, con la intención de contribuir a la formación de ciudadanos críticos, reflexivos, comprometidos con la sociedad y el ambiente.

Palabras clave: Evaluación entre pares; evaluación formativa; energías alternativas; educación ambiental; trabajo colaborativo.

Abstract

Understanding evaluation as a continuous and inherent process of educational practice that goes beyond mere accreditation of knowledge; a peer evaluation proposal is presented for secondary school students to address the theme "Oil and alternative energy sources to fossil fuels". This proposal proposes the challenge of addressing the formative and social nature of the evaluation, providing a greater participation of students in the evaluation process and aims to promote the work of students and greater autonomy both in decision-making and in the regulation of learning. Starting from the need and importance of an environmental education for all people and in line with the Sustainable Development Goals; different contextualized activities are carried out that allow to work the subject under study from the curricular but, fundamentally, with the intention of contributing to the formation of critical, thoughtful citizens, committed to society and the environment. Starting from the need and importance of an environmental education for all people and in line with the Sustainable Development Goals; different contextualized activities are carried out that allow to work the subject under study from the curricular but, fundamentally, with the intention of contributing to the formation of critical, thoughtful citizens, committed to society and the environment.

Keywords: Peer evaluation; formative evaluation; alternative energies; environmental education; work collaborative.

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación constituye una parte central e inherente a la práctica educativa que debe ser entendida como un instrumento de aprendizaje tanto para los y las estudiantes como para el docente: "Quien aprende y quien enseña necesitan de la evaluación, para seguir aprendiendo juntos" (Álvarez Méndez, 2007). En este sentido, autores como Anijovich y González (2011), Álvarez Méndez (2001), Talanquer (2015), entre otros; han señalado la importancia de abogar por una evaluación formativa, considerándola como una herramienta poderosa para mejorar la calidad de la educación. Según Álvarez Méndez (2001), la evaluación

formativa es aquella que orienta, que motiva, que “forma”; un proceso continuo que debe estar al servicio de la práctica y al servicio de quienes participan en la misma. En esta misma línea, Anijovich y González (2011) destacan su función reguladora, asociándola a su potencial para poder identificar debilidades y fortalezas del aprendizaje de los y las estudiantes. A su vez, los autores sostienen que la implementación de prácticas de evaluación entre pares incrementa los beneficios de la evaluación formativa generando impactos positivos desde una dimensión social-emocional y promoviendo instancias de trabajo colaborativo. En este contexto, resulta necesario también atender al carácter social de la evaluación, es decir, concebir al trabajo de construcción del conocimiento como un trabajo colectivo entre todos los actores educativos (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2011). Por tal razón, es imprescindible involucrar al alumnado de manera activa en el proceso evaluativo, haciéndolos partícipes en la toma de decisiones.

Por otra parte, el desarrollo de una educación ambiental de calidad tendiente a fomentar acciones sostenibles en las y los ciudadanos, debería ser protagonista durante la escolarización y a lo largo de la vida. De tal manera, se busca promover en el estudiantado el logro de habilidades y conocimientos necesarios para convertirse en ciudadanos responsables, capaces de aportar soluciones sostenibles para modelar y adaptar al cambio climático u otros desafíos que los atraviesen (UNESCO, 2017).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas), incluye 17 Objetivos y 169 metas que integran la dimensión económica, social y ambiental del Desarrollo Sostenible. Dichas metas, constituyen un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad y requieren de la participación de todos los sectores de la sociedad y el Estado para su implementación (Naciones Unidas, 2018). En esta línea, para que exista una sostenibilidad de la actividad humana, es necesario optar por fuentes de energía alternativas limpias y accesibles y dejar de prescindir meramente de los combustibles fósiles. De esta manera, el Objetivo N°7 de la Agenda 2030 consiste en “Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos” y sostiene como dato destacable que la energía es el factor que contribuye principalmente al cambio climático y representa alrededor del 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (Naciones Unidas, 2015). Por tanto, es esencial desde un enfoque ambiental de la educación, abordar e investigar acerca de los contenidos relativos a las energías verdes y menos contaminantes que los combustibles fósiles, confiando en la tendencia global que apuesta por la sostenibilidad y el uso de fuentes de energía renovables.

2. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

A partir de este trabajo se esperan alcanzar los siguientes objetivos: promover en los y las alumnas el trabajo colaborativo; fomentar una mayor autonomía tanto en la toma de decisiones como en la regulación de los aprendizajes; abordar la educación ambiental desde las clases de química, contribuyendo a la formación de ciudadanos críticos, reflexivos, comprometidos con la sociedad y el medioambiente.

3. CONTEXTO CURRICULAR

En esta propuesta, se detallan las actividades llevadas a cabo por estudiantes de quinto año de nivel secundario del Colegio Martín Miguel de Güemes de la ciudad de Bahía Blanca para el estudio del tema “El petróleo como recurso y las energías alternativas”. En la misma, trabajaron conjuntamente dos docentes y sus respectivos grupos de estudiantes, desde la materia Introducción a la Química, durante un total de 10 clases de una hora reloj cada una.

Los contenidos abordados se enmarcan en el eje temático “Química y combustibles” de acuerdo al diseño curricular de la Provincia de Buenos Aires. Dentro de dicho eje, se incluyen algunos de los siguientes contenidos: El petróleo como recurso, demandas de energía a lo largo del tiempo, requerimientos energéticos de las sociedades en la actualidad, reservas de combustibles fósiles, combustibles alternativos a los combustibles fósiles, entre otros (DGCyE, 2011).

4. METODOLOGÍA

Durante el desarrollo de la unidad didáctica, con el propósito de mantener una coherencia necesaria entre la propuesta de enseñanza y la propuesta de evaluación; las docentes hicieron uso de diferentes recursos y estrategias que promovieron la participación activa del alumnado a lo largo de las clases. A modo de ejemplo, se comparte la actividad inicial cuyo objetivo principal fue conocer las ideas previas de los y las estudiantes respecto al tema en estudio. Considerando el papel fundamental que representan las ideas previas del alumnado para el aprendizaje verdaderamente significativo; tener conocimiento de las mismas se convierte en una necesidad para el docente, que debe enseñar a partir de ellas (Veglia, 2007).

4.1 Actividad de inicio

Se propone el trabajo en pequeños grupos a partir del uso de diversas imágenes, relacionadas con el tema en estudio, que fueron empleadas como recursos disparadores. Dichas imágenes, se enumeraron y se pegaron en el pizarrón a la vista de todo el alumnado (Figura 1). La actividad grupal se dividió en tres instancias. En primer lugar, se consignó a cada grupo la tarea de asociar y escribir una palabra (o un conjunto de palabras) para cada una de las imágenes presentadas. En segundo lugar, se solicitó la tarea de armar un texto descriptivo sobre el petróleo utilizando y relacionando la totalidad de las palabras escritas con anterioridad. Los textos realizados por cada grupo fueron socializados con el resto de la clase. Finalmente, se compararon los textos construidos por los y las estudiantes con textos provenientes de diferentes fuentes bibliográficas, los cuales, fueron proporcionados por las docentes. Se analizaron similitudes y diferencias y se complementaron los textos elaborados inicialmente con la información brindada por las fuentes.



FIGURA 1. Imágenes alusivas a la temática "petróleo" colocadas en el pizarrón del aula de clase.

4.2 Propuesta evaluativa: "Energías alternativas al petróleo"

Abordar la educación ambiental cuestión de la energía sostenible requiere el compromiso de cada una de las personas que forman parte de la sociedad. Es por ello que resulta fundamental difundir, interesarse y optar por energías alternativas al petróleo.

En este contexto, se propone al estudiantado trabajar los contenidos relacionados al tema "El petróleo y las fuentes de energía alternativas a los combustibles fósiles" a partir de la confección de diversos recursos didácticos: actividad lúdica/juego, video educativo, infografía y presentación interactiva. Considerando los recursos mencionados, se trabajaron los siguientes contenidos: combustibles alternativos al petróleo (biodiesel y bioetanol), energía nuclear, energía solar y geotérmica, energía hidráulica, energía eólica, contaminación acuática y terrestre por petróleo.

Inicialmente, se realizó la división de los y las estudiantes en seis grupos de trabajo, integrados cada uno por tres participantes. Se empleó una ruleta online para repartir aleatoriamente los contenidos a abordar y los recursos didácticos a implementar.

Con la finalidad de que el estudiantado adquiriera información y conciencia acerca de las cuestiones químicas, sociales y ambientales referidas a la temática asignada, cada grupo investigó en diversas fuentes y seleccionó información para la confección del recurso correspondiente. Esta instancia implicó la realización de diferentes actividades grupales: empleo de navegadores web, implementación de editores de video, selección y/o confección de imágenes, diseño del formato de presentación, establecimiento de reglas de juego, etcétera. En todo momento, se promovieron espacios de consulta y debate durante las clases.

Una vez confeccionados los recursos de todos los grupos, se llevó a cabo una instancia de exposición y socialización de saberes en la cual cada grupo compartió el trabajo realizado. Se muestran, a modo de ejemplo, las portadas de dos de las producciones grupales presentadas (Figuras 2 y 3).



FIGURAS 2 Y 3. Capturas de pantalla de los recursos didácticos empleados por los grupos de trabajo durante la instancia de socialización: presentación interactiva a la izquierda y video educativo a la derecha.

Posteriormente, se llevó adelante la evaluación entre pares y la autoevaluación de los trabajos realizados por cada grupo. En una instancia previa, se consensuaron con el estudiantado los criterios de evaluación. Se determinaron los siguientes criterios: creatividad de la propuesta, selección del contenido, claridad y fluidez en la exposición, uso de fuentes confiables de información, participación activa y equitativa de todo el equipo durante la presentación, organización del grupo y comunicación escrita y oral.

La actividad de evaluación entre pares se llevó a cabo mediante el uso de formularios de Google. Se escogió dicho recurso ya que constituyen una herramienta de fácil acceso y llenado para los y las estudiantes. Para la misma, cada grupo debió asignar tanto al trabajo de los otros grupos como al propio, una valoración de 1 a 5 estrellas; siendo 5 la valoración más alta. Dicha valoración fue acompañada de una apreciación constructiva, en la cual, cada grupo describió los aspectos a destacar y los aspectos a mejorar de todas las propuestas presentadas, incluyendo la propia.

A continuación, se transcriben algunas de las opiniones de los y las estudiantes respecto a las propuestas de los grupos que implementaron los recursos infografía, presentación interactiva, actividad lúdica y video educativo; respectivamente:

“Nos gustó mucho como organizaron la información, era fácil de comprender y los colores quedaban muy lindos. Los videos cerraron muy bien sus explicaciones. Las tres explicaron re bien sus partes y el trabajo estaba muy completo”. (Opinión de uno de los grupos acerca de la infografía)

“Se entendió lo que explicaron, pero era poquito. Para nosotros faltó que sea más interactivo, pero después estuvo completo. Las explicaciones fueron claras, estuvo bien desarrollado”. (Opinión de uno de los grupos acerca de la presentación interactiva)

“Para nosotros nuestro grupo estuvo bien ya que el juego no fue muy original, pero estuvo bastante entretenido, además se entendieron bien las explicaciones sobre los combustibles alternativos al petróleo” (Autoevaluación de uno de los grupos acerca del recurso: Juego)

“Las consignas están cumplidas, nos gustaron los gráficos y dibujos que aparecen en el video. Está muy bien explicado y la información es sencilla pero precisa” (Opinión de uno de los grupos acerca del video educativo)

5. CONCLUSIONES

El abordaje de los contenidos curriculares desde una propuesta colaborativa favoreció el desarrollo de una visión integral y significativa del tema en estudio. Durante el transcurso de las actividades realizadas, se logró evidenciar una participación activa y comprometida por parte del estudiantado. A lo largo de las diferentes instancias, trabajaron colaborativamente demostrando responsabilidad, apertura y predisposición hacia el intercambio de ideas y opiniones tanto a nivel intragrupal como intergrupala.

Consideramos necesaria la generación y promoción de propuestas didácticas que otorguen una mayor participación de los y las jóvenes en el proceso de evaluación, fomentando el desarrollo paulatino de una creciente autonomía en relación a la regulación de sus aprendizajes. En este sentido, la evaluación entre pares, permitió un mayor involucramiento en el proceso evaluativo, promoviendo tanto la autoevaluación de los propios desempeños como los de sus compañeros y favoreciendo la democratización de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Asimismo, creemos imprescindible el desarrollo de propuestas áulicas innovadoras que promuevan una Educación Ambiental Integral y que permitan a nuestros y nuestras estudiantes reconocerse como sujetos de derecho ambiental y como agentes de transformación social.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a las autoridades y estudiantes de quinto año del Colegio Martín Miguel de Güemes de la ciudad de Bahía Blanca y a la Universidad Nacional del Sur por la financiación del Proyecto de Grupo de Investigación (24/Q124) en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anijovich, R., y González, C. (2011). Evaluar para aprender: conceptos e instrumentos. Buenos Aires: Aique.
- Álvarez Méndez, J. (2001) Evaluar para conocer, examinar para excluir. Madrid: Morata.
- Álvarez Méndez, J. (2007) La evaluación formativa, en: Cuadernos de pedagogía, 364, 96-100.
- Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires (DGCyE) (2011). Diseño Curricular para la Educación Secundaria 5º año: Introducción a la Química. Coordinado por Claudia Bracci y Marina Paulozzo (1ra ed). Disponible en: http://servicios.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/disenioscurriculares/secundaria/quinto/materias_comunes/quimica.pdf
- UNESCO (2017) La UNESCO avanza la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de: https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/247785sp_1_1_1.compressed.pdf
- Naciones Unidas (2015). Objetivos del Desarrollo Sostenible: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. 2015. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.
- Talanquer, V. (2015) La importancia de la evaluación formativa, en: *Educación química*, 26, 177-179.
- Veglia, S. (2007) Ciencias naturales y aprendizaje significativo: claves para la reflexión didáctica y la planificación. Buenos Aires: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico.



CONFERENCIA

LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA EN TIEMPOS DE EMERGENCIA

Silvia Porro

Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN), Universidad Nacional de Quilmes, Bernal,
Argentina

sporro@unq.edu.ar

Resumen

En esta conferencia realizo algunas reflexiones acerca de las ciencias naturales en la actualidad, momento en el que considero estamos en emergencia planetaria: ambiental, sanitaria y alimentaria. Resalto la importancia de formar profesionales y ciudadanía en general capaces de tomar decisiones que impliquen un pensamiento crítico basado en sus conocimientos científico-tecnológicos. Además, expreso la necesidad de abandonar la enseñanza tradicional que se basa en: el mero aprendizaje de conceptos aportados por el profesorado y los libros de texto, un estudiantado pasivo, evaluaciones con preguntas de respuestas cerradas. Para lograr el cambio creo indispensable modificar la formación docente inicial y continua, que debe implicar enseñanza interdisciplinar, conocimiento de la Naturaleza de la Ciencia e incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación. Considero que las Ciencias Naturales deben enseñarse basándose en enfoques en contexto, llámense CTS, CTSA, STEM, STEAM, uso de cuestiones sociocientíficas, etc. Lo importante es que el estudiantado participe activamente de su aprendizaje, cosa que se logrará solo si en el aula se presentan temas significativos para su vida cotidiana: su entorno familiar o social, el mundo que lo rodea, algo que le interese o conmueva. Los conceptos a enseñar siguen siendo los mismos, el estudiantado ha cambiado.

Palabras clave: formación profesorado; enseñanza en contexto; aprendizaje activo.

Abstract

In this conference I make some reflections about the natural sciences today, a moment in which I consider we are in a planetary emergency: environmental, health and food. I highlight the importance of training professionals and citizens in general capable of making decisions that imply critical thinking based on their scientific-technological knowledge. In addition, I express the need to abandon traditional teaching that is based on: the mere learning of concepts provided by teachers and textbooks, a passive student body, evaluations with closed-answer questions. In order to achieve change, I believe it is essential to modify initial and continuous teacher training, which must involve interdisciplinary teaching, knowledge of the Nature of Science and the incorporation of Information and Communication Technologies. I believe that Natural Sciences should be taught based on approaches in context, call them STS, STSA, STEM, STEAM, use of socio-scientific issues, etc. The important thing is that students actively participate in their learning, which will only be achieved if significant topics for their daily life are presented in the classroom: their family or social environment, the world around them, something that interests or moves them. The concepts to be taught remain the same, the student body has changed.

Keywords: teacher training; teaching in context; active learning

1. INTRODUCCIÓN

Comenzaré explicando porqué creo que estamos en emergencia planetaria, tanto ambiental, como sanitaria y alimentaria. Simplemente leyendo las noticias que nos llegan desde los distintos medios de comunicación (y con las que debiéramos trabajar con nuestro estudiantado), donde abundan diariamente las notas referidas a incendios, inundaciones, sequías y otras catástrofes climáticas, estamos en condiciones de afirmar que nuestro ambiente está en serio peligro. En la edición dominical de uno de los diarios tradicionales de Argentina apareció recientemente una nota referida a los “migrantes climáticos” (Avramow, 2022). En la misma se afirma que crece

el drama de las personas que deben huir de los desastres., y que nunca antes había sido tan clara la conexión entre el cambio climático y la movilidad humana. Según la Organización Mundial Meteorológica (WMO, por sus siglas en inglés), las olas de calor, temperaturas extremas, incendios, sequías, deslizamientos de tierras, inundaciones y tormentas son cada vez más severas en el mundo y eso alerta a los organismos a cargo de los desplazamientos de personas. Pero esto debería también llamar la atención de quienes enseñamos (o deberíamos enseñar) cómo se relaciona el cambio climático con los desarrollos científico-tecnológicos. Más de 30 millones de personas se vieron forzadas a dejar su lugar de origen por causas vinculadas al cambio climático, un número que excede a quienes deben exiliarse por cuestiones bélicas (Centro de Monitoreo para el Desplazamiento Interno, IDMC por sus siglas en inglés, citado en Avramow, 2022). En América Latina, países como Argentina, Chile, Perú y Uruguay han incluido esta consideración en algunos de sus planes migratorios. Según el informe general de la WMO de 2021, es evidente el aumento en frecuencia e intensidad de los fenómenos naturales mencionados, y calculan que, aun generando medidas efectivas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, desastres como las olas de calor continuarán hasta por lo menos 2060, o sea que estamos trasladando el problema a las generaciones venideras. Estos fenómenos pueden afectar la producción de alimentos (y así se relaciona la emergencia ambiental con la alimentaria), el gasto energético y la disponibilidad de agua en varias partes del planeta. Las inundaciones del norte de Brasil, las sequías en la Argentina o México son eventos sin precedentes (Pablo Escribano, citado en Avramow, 2022). No es lo mismo una amenaza climática en el medio del desierto, donde no vive nadie, que en zonas densamente pobladas.

Con respecto a la cuestión sanitaria, en todos los países se ha vivido una pandemia que ha durado prácticamente dos años, que ha producido millones de muertes y que, aún en lo que podríamos considerar un tiempo de pospandemia, nos sigue obligando a realizar los eventos científicos de forma virtual. García-Ruiz, Torres-Blanco y Lupión-Cobos (2022) nos recuerdan que: “A comienzos del 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró a la COVID-19 como una nueva pandemia global (Sohrabi et al. 2020), afectando desde esa fecha a más de un millón de personas en todo el mundo. Datos que nos reclaman la necesidad de una mejora sobre su prevención, seguimiento y actualización informativa. Sin embargo, debido a los bajos niveles de alfabetización científica de determinados países, así como al acceso de abundante cantidad de información, a menudo de mala calidad, proliferando contenidos e informaciones pseudocientíficas con noticias falsas y bulos, se ha acrecentado la necesidad acuciante de fundamentar una sólida formación científica ciudadana en contextos tan sensibles como el de la salud (Uskola 2016)”.

En este contexto sanitario, la alfabetización científica, se racionaliza como el conocimiento científico imprescindible necesario para enfrentarse al mundo actual en su vertiente más social, la alfabetización en salud (Fauzi et al. 2020). Lamentablemente, pareciera ser que el profesorado no está completamente preparado para transmitir la información científica de la mejor manera. García-Ruiz y col. (2022), analizaron el nivel de alfabetización en salud de maestros y maestras en formación inicial del grado de Educación Primaria (PFI) tras participar en una actividad de indagación dirigida por la argumentación en torno al dilema socio-científico de la vacunación sobre COVID-19 y la posterior elaboración de transposiciones didácticas que estos futuros docentes diseñaron como sus propuestas de enseñanza para el tratamiento en el aula de ciencias. Las autoras encontraron que las puntuaciones obtenidas por el profesorado en la rúbrica empleada y el análisis cualitativo de las propuestas didácticas que diseñaron muestran un grado medio-alto en los niveles funcional y comunicativo, y un grado bajo en el nivel crítico, asociado este último al desarrollo de acciones comunitarias en el ámbito educativo, revelando la necesidad de profundizar en acciones formativas que involucren a este profesorado en la vertiente más social de la ciencia.

En cuanto a la alimentación, según la ONU más de 800 millones de personas a nivel mundial padecieron hambre en el 2021, la cifra representa el 10% de la población del planeta. Las cifras continúan en aumento constante desde 2019 (del 8,0 al 9,8 % en los últimos dos años) (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2022). La pandemia y la guerra en Ucrania complicaron todavía más las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible impulsados por la ONU. Desde el organismo estiman que para 2030 cerca de 670 millones de personas seguirán estando subalimentadas. Cerca de 2 000 millones de personas padecen inseguridad alimentaria moderada o grave en el mundo. La cantidad de bebés con bajo peso al nacer es de 20,5 millones (uno de cada siete). La cantidad de niños menores de 5 años afectados por el retraso en el crecimiento (baja estatura para la edad) es de 148,9

millones (21,9%). Y la cantidad de niños menores de 5 años afectados por emaciación (bajo peso para la estatura) es de 49,5 millones (7,3%) (Banco de Alimentos, 2022).

Creo, entonces, que el profesorado debe formarse teniendo en cuenta la situación en la que nos encontramos, ya que es uno de los responsables de formar a una ciudadanía que debe enfrentar estos problemas y que, para tomar decisiones que le permitan salvaguardar su salud y su ambiente, debe haber recibido una formación científico-tecnológica adecuada. Debemos tener en cuenta que el problema, actualmente, no se limita a un pobre conocimiento científico de partida, sino que además se ve afectada por el auge de las noticias falsas y la denominada “ciencia exprés” (Rodríguez-Losada, Puig, Cebrian-Robles y Blanco-López, 2021). Y, lamentablemente, creo que aún debemos recorrer mucho camino para lograr esa formación. Para ejemplificar, seré autorreferencial y narraré un episodio que llamó mi atención en los últimos meses y que sirve de base para algunas de mis reflexiones. El episodio tuvo lugar en la defensa de tesis doctoral de uno de mis becarios. Una vez finalizada la misma, una de las personas integrantes del jurado expresó que: “CTS atrasa”. Y yo, que había estado durante casi todo el año pasado contratada por una universidad extranjera para asesorarla acerca de un nuevo plan de estudios para su Licenciatura en Docencia de la Química, y me había basado precisamente en el enfoque CTS, quedé en estado de shock. Pero esos llamados de atención son necesarios, para reflexionar acerca de nuestras convicciones.

2. CTS, ¿ATRASA?

Antes que nada, aclaro que el título de esta sección remite al episodio que mencioné en la introducción, pero que en realidad cuando me refiero a CTS en la actualidad, podría también escribir CTSA, uso de problemas sociocientíficos, o cualquier enfoque que implique enseñanza en contexto, que me parece la manera en la que se deberían enseñar las ciencias experimentales, particularmente en la escuela secundaria. Solbes (2019) reivindica la relevancia de la enseñanza en contexto, ofrecida al alumnado que experimenta problemas reales relacionados con los que tiene que confrontar en su vida diaria, con un alto potencial de generación de interés, motivación e iniciativa hacia el aprendizaje.

La formación de las personas que ejercerán la profesión docente en todos los niveles educativos es reconocida, en el campo de la didáctica, como uno de los factores esenciales para lograr una enseñanza satisfactoria y, por lo tanto, un aprendizaje significativo por parte de la ciudadanía de las cuestiones científico-tecnológicas (García Carmona, 2013; Solbes, Fernández-Sánchez, Domínguez-Sales, Doménech & Aranzábal, 2018). Esta formación implica variadas cuestiones, ya que, según Pontes Pedrajas, Serrano & Poyato (2013):

La profesionalidad docente está relacionada con aspectos tales como el interés por la docencia, el perfil profesional del profesorado, el desarrollo de competencias docentes, la visión de la educación secundaria actual, los problemas profesionales del profesorado, el papel de la motivación en el desarrollo profesional, la interpretación de los procesos de aprendizaje de la ciencia (las ideas de los alumnos, los obstáculos cognitivos,...), el uso de estrategias innovadoras y métodos activos para la educación científica (resolución de problemas, los trabajos prácticos de laboratorio, los mapas conceptuales,...), el papel de los nuevos recursos educativos (sobre todo Internet y las simulaciones por ordenador), la evaluación del aprendizaje, la iniciación a la investigación educativa, etc. (Pontes y col, 2013).

El objetivo de la educación científica es la formación general de la ciudadanía, que vive en un mundo construido en parte por el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Esto implica que los y las docentes deben prepararse para formar una ciudadanía capaz de tomar decisiones relacionadas con el manejo y el control de la ciencia y la tecnología, tanto si van a ser profesionales que las desarrollan, como si van a usar las mismas.

Desde hace más de dos años, gran parte de la humanidad se ha enfrentado con una pandemia causada por el virus COVID-19, que ha obligado a modificar la mayoría de las actividades. Especialmente el sistema educativo se ha visto obligado a recurrir a la modalidad virtual para el dictado de las clases en todos los niveles educativos. Como afirmaron Fardoun, Yousef, González-González & Collazos. (2020) durante el primer año de pandemia:

El sistema educativo está pasando por un momento trascendental. En casi todo el mundo, las escuelas

y universidades están cerradas. Según un reporte de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2020), unos 185 países suspendieron las clases en todo su territorio más otros que suspendieron en forma parcial. En total, más de 1.500 millones de alumnos afectados. Esa cifra representa al 90% de la población estudiantil global (UNESCO, 2020). El cierre de las escuelas se justifica al ser una medida no clínica efectiva frente a las pandemias que frenan su avance, siendo su propagación en niños superior a la de los adultos (COTEC, 2020). (Fardoun y col., 2020).

Como toda crisis, además de los aspectos trágicos como la muerte de muchas personas y las pérdidas económicas asociadas a la interrupción de muchas actividades productivas debido al aislamiento y distanciamiento obligatorio, la pandemia ha generado también oportunidades, como lo ha sido en la educación la necesidad de cambiar rápidamente las estrategias de enseñanza, debiendo incorporarse las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los materiales educativos y en la evaluación del estudiantado. Todo esto ha implicado, además de cambios culturales que han venido ocurriendo en los últimos años, que los y las docentes que deben desempeñarse en estos nuevos contextos necesiten desarrollar nuevas habilidades y transformarse. Antes bastaba con transmitir contenidos, ahora hay que facilitar un aprendizaje activo de parte del estudiantado. Está claro que los planes de estudio de las carreras donde se forma el profesorado, deben incorporar innovaciones no solo en algunas asignaturas, sino además necesitan un cambio en la modalidad de enseñanza, implicando esto capacidades distintas de las personas formadoras de docentes de las que requería la enseñanza tradicional. Por lo tanto, no solo debe modificarse la currícula, sino también el perfil de quienes dictan clases en el nivel universitario. Este incluye a personas formadoras de cualquier área del conocimiento; sean ciencias naturales, sociales, jurídicas, etc.

Como afirma Carr (1990), los cambios en los modelos educativos están íntimamente relacionados con la formación que recibe el profesorado. Por otro lado, es importante para decidir cuál debe ser esa formación tener en claro qué conocimiento especializado es necesario para enseñar, o sea cuál es el Conocimiento Didáctico del Contenido, CDC (Shulman, 1986) que debe poseer quien enseña, y qué es lo que diferencia a un o una docente de un o una especialista en la materia; ello aplica a cualquiera que sea la disciplina que se enseñe. Existen diferentes puntos de vista sobre los aspectos que constituyen el CDC (Abell, 2007; Van Driel, Berry y Meirink, 2014), a los que hay que agregar las TIC (Solbes y col., 2018) y las cuestiones de género (Arango, 2017). Pero, en definitiva, este CDC debe traducirse en competencias que son las que van a definir el perfil de las personas que egresan como docentes de las distintas áreas del conocimiento.

Hoy, más que nunca (quedó demostrado en pandemia), la sociedad demanda una educación para la vida, fundamentada en el ser, el saber hacer, el saber vivir juntos, y no solo el saber conocer (Mora, 2015). Debemos entonces poder reconceptualizar las competencias a favor de una educación para el desarrollo humano y preguntarnos: ¿cuáles son las competencias que el profesorado de ciencias debería practicar para formar a sus estudiantes ante las exigencias de su mundo, de la vida, y particularmente en el contexto de problemáticas socioambientales? (Mora, 2015).

Si nos preguntamos cuáles son las competencias claves en el contexto de la educación científica, y si estamos de acuerdo en que se enseña cómo se ha aprendido, las competencias de quienes forman al profesorado deberían ser transmitidas a los y las docentes y estos a su vez ayudar a desarrollarlas en el estudiantado de todos los niveles educativos. En este caso, coincido con Adúriz Bravo (2012) en que estas competencias son de tres tipos:

- a) las propias de las ciencias naturales y que permiten hacer distinción de las demás dimensiones de la cultura, particularmente del conocimiento cotidiano;
- b) las genéricas ciudadanas, donde las ciencias naturales apenas son un contexto, y
- c) las epítome, claves, paradigmáticas o centrales a nivel disciplinar y metadisciplinar, para los procesos formativos de enseñanza y de aprendizaje (como son las que usan modelos de las ciencias, la comunicación/argumentación, y el dominio de los procedimientos de las ciencias).

A su vez, García Carmona (2013) enuncia competencias específicas para quienes enseñan Química:

- Conocer los desarrollos teórico-prácticos de la enseñanza y el aprendizaje de la Química.
- Transformar los currículos de Química en programas de actividades y de trabajo docente.
- Adquirir criterios de selección y elaboración de materiales didácticos para la enseñanza y el aprendizaje de la Química.
- Fomentar un clima que facilite el aprendizaje de la Química, poniendo en valor las aportaciones de los estudiantes.
- Conocer estrategias y técnicas de evaluación, y concebirlas como un instrumento de regulación y estímulo para el aprendizaje.

Las competencias docentes y el conocimiento didáctico del contenido son piedras angulares para la formación de docentes CTS. Pero, además de definir el perfil de quien egresa, considero importante adelantar que coincido con Solbes y col. (2018) en que “los profesores que han realizado mayores cambios en su práctica docente son los que poseen una mayor formación en didáctica de las ciencias, acompañada de la implementación de esta en el aula”. Si tenemos en cuenta que la formación de docentes primero es enseñanza (aplicada por sus formadores), que debe transformarse en aprendizaje del docente en formación, los formadores de quienes egresan de los profesorados, deben tener formación en didáctica de las ciencias, cualquiera sea la asignatura del plan de estudios que dicten. Además, este es un requisito para todos los y las docentes que enseñen una asignatura de cualquier licenciatura.

Para modificar un plan de estudios, no solo hay que cambiar el listado de asignaturas a dictarse sino, además, pensar en una nueva forma de enseñanza. Creo que es importante, en este momento de emergencia insistir en la formación de un profesorado CTS, teniendo en cuenta que la vertiente educativa del movimiento CTS propone un desafío innovador a la educación científica, pretendiendo sustituir la educación tradicional, por una educación más centrada en el estudiantado, más innovadora en objetivos personales, sociales y actitudinales y que ofrezca una imagen de la ciencia más actual y realista. Como expresa Vázquez Alonso (2014):

El núcleo innovador del movimiento CTS es el cambio de enseñar los productos abstractos de la ciencia (hechos, conceptos, modelos y teorías científicas) a presentar una ciencia en contexto, donde no sólo tienen un papel los productos, sino también y predominantemente los procesos para comprender las relaciones con la tecnología, el medio ambiente y la sociedad. El objetivo es que los aprendizajes científicos sean instrumentos útiles para la vida diaria, ofrezcan una imagen adecuada de la ciencia y eduquen ciudadanos más responsables, racionales, creativos y críticos desde los temas CTS (p. 38)

Según este autor, algunos de los objetivos de la educación CTS son:

- la renovación de la enseñanza tradicional de la ciencia mediante un nuevo enfoque contextualizado, centrado en los estudiantes, dirigido hacia la alfabetización científica para todos los ciudadanos,
- la renovación de los currículos escolares introduciendo la tecnología, la sociedad y el medio ambiente (CTSA),
- la inclusión de la tecnología en la educación científica,
- la transformación consiguiente del papel del profesor,
- la inclusión de temas propios y específicos del enfoque CTS (entre ellos los problemas y cuestiones sociales),
- la educación de actitudes y valores cívicos relacionados con la ciencia,
- el compromiso con la sostenibilidad medioambiental y las implicaciones de acción para la política,
- la mejora de la percepción pública de la imagen de la ciencia y la tecnología,
- el cuestionamiento de creencias y supersticiones relacionadas con la ciencia,
- las cuestiones de género en la ciencia,
- la toma de decisiones y regulaciones sociales para el futuro.

Entonces, como se pregunta Mora (2015):

Si las áreas curriculares tradicionales como las matemáticas, las ciencias y el lenguaje se consideran principales e intocables, ¿cómo lograr que las educaciones para... (el consumo, la equidad, la paz, el

desarrollo, el ambiente, etc.) dejen de ser secundarias, a la manera de simples transversales electivos (no obligatorios) y de relleno en los planes de estudio? (p.187)

Creo que la respuesta a esto es la educación CTS. Los perfiles de competencias ofrecen un marco idóneo para plantear la formación de los docentes CTS porque muestran la necesidad de un cambio de paradigma.

De todas formas, soy una convencida que para aprender a enseñar es más valioso tener docentes que enseñen de forma innovadora que atiborrarse de contenidos teóricos que luego no logran incorporarse a la forma de dar clases en el aula. Se enseña de la misma forma en que se aprendió, y no alcanza con incorporar asignaturas novedosas si se sigue enseñando de manera tradicional. Coincidiendo con Oliva (2020):

“La formación inicial no debería enfocarse sólo hacia una formación CTS. Más bien, se trataría de aportar una visión integral amplia, en la que las distintas tradiciones didácticas existentes, se contemplen como alternativas potenciales en la toma de decisiones del docente. Además, nos situamos junto a dos enfoques complementarios, que han marcado aportaciones sustantivas en formación del profesorado:

- a) el enfoque socio-constructivista, y
- b) el enfoque reflexivo en la formación docente”.

Para finalizar, quiero resaltar la importancia de materiales didácticos que puedan ser utilizados en las clases. Con ese convencimiento, hace dos años, a inicios de la pandemia, con mi grupo de investigación y algunas personas colaboradoras, publicamos un libro intitolado Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad, donde presentamos propuestas de articulación de las Ciencias Naturales y Sociales para docentes y estudiantes de nivel secundario y terciario (Lampert y col., 2020). El objetivo principal de ese libro fue ofrecer material didáctico que pueda ser usado por el profesorado de los distintos niveles educativos, de tal forma que la educación CTS llegue a las aulas. Considero que les puede resultar útil.

3. CONCLUSIONES

Espero que quienes hayan llegado hasta el final de esta larga reflexión consideren que he respondido a la pregunta de si CTS atrasa. Repito que creo que los objetivos de la educación CTS siguen más vigentes que nunca y que su aplicación puede beneficiar grandemente a la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos, pero en especial en la escuela secundaria.

Es imprescindible que dejemos de enseñar en el secundario los conceptos científicos de la misma manera que luego serán impartidos en la universidad a quienes habrán elegido cursar carreras científico-tecnológicas. El objetivo primordial de la escuela secundaria actual es formar una ciudadanía con pensamiento crítico, que pueda reflexionar acerca de la información que le llega por todos los medios de comunicación, incluidas las redes sociales, y que pueda tomar decisiones fundadas en los conceptos aprendidos en las aulas, y argumentar por qué las toma.

Y quiero terminar citando a quien para mí fue un gran maestro, editor de la revista mexicana Educación Química, quien lamentablemente nos dejó hace unos años, el Dr. Andoni Garritz, quien hace más de una década afirmaba que la sociedad del siglo XXI estaba caracterizada por la incertidumbre, y que debíamos adaptar la enseñanza de la Química para esa sociedad (Garritz, 2010). ¡Y eso que todavía no había llegado la pandemia!

“Siempre que razonamos que la sociedad, su ciencia y su tecnología están cambiando muy rápidamente hablamos de la necesidad de modernizar la educación” (Garritz, 2010).

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Quilmes (Argentina) quien financia el proyecto que dirijo Ciencia, Tecnología y Educación, incluido en el Programa UNQ Discursos, Prácticas e Instituciones Educativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. En S. K. Abell y N. G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1150). N.Y.: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203824696>
- Adúriz-Bravo, A. (2012). Competencias: epítome en la didáctica de las ciencias naturales. En: A.C. Zambrano y C. Uribe (comp.) (2012). *La formación de educadores en ciencias en el contexto de la investigación en el aula*. Segundo Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología, 21 al 25 de junio de 2010. Cali: Educyt.
- Arango, Claudia (2017). ¿Cuál es el lugar de la perspectiva de género en el mapa curricular de los Institutos de Formación Docente de la Provincia de Buenos Aires?: Formación de una identidad de género docente. FLACSO Argentina. (Tesis de Maestría en Género, sociedad y políticas).
- Avramow, M. (2022, agosto, 28). Migrantes climáticos. *La Nación* (Argentina). p. 7.
- Banco de Alimentos (2022). Cifras del hambre en la Argentina y el mundo. <https://www.bancodealimentos.org.ar/novedades/cifras-del-hambre-en-argentina-y-el-mundo/>
- Carr, W. (1990). Cambio educativo y desarrollo profesional. *Investigación en la escuela*, 11, 3-11.
- Fardoun, H., Yousef, M., González-González, C. & Collazos, C. A. (2020). Estudio exploratorio en Iberoamérica sobre procesos de enseñanza-aprendizaje y propuesta de evaluación en tiempos de pandemia. *Education in the Knowledge Society*, 21, article 17, 1-9. <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/2091>
- Fauzi A., Husamah H., Miharja F. J., Fatmawati D., Permana T. I., Hudha A. M. (2020) Exploring COVID-19 literacy level among biology teacher candidates. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16 (7). <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/8270>
- García-Carmona, A. (2013). Educación científica y competencias docentes: Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10, 552-567.
- García-Ruiz, C., Torres-Blanco, V., y Lupión-Cobos, T. (2022). Analizando la alfabetización en salud sobre COVID-19 del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 19(3), 3603. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3603
- Garritz, A. (2010). La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. *Educación química*, 21(1), 2-15.
- Lampert, D., Arango, C., Porro, S., Vázquez Alonso, A., Manssero-Mas, M.A., Cortizas, L., Jeannerot, M., Condolucci, M., Coma, M. E., Castañeda, S., Vázquez, F., García Lázaro, R., Ayosa, J.M., Vega Di Nezio, M., Russo, M., Uzquiza, G., Fernández Varela, R. & Lewkowicz, E. (2020). Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aula Taller.
- Mora, W.M. (2015). Desarrollo de capacidades y formación en competencias ambientales en el profesorado de ciencias. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Tecné, Episteme y Didaxis*, (38), 185-203.
- Oliva, J. M. (Noviembre 2020). La educación CTS en la formación inicial del profesorado de Secundaria: reflexiones y estudio de caso. En: A. Vilches (Presidencia). VII Seminario Iberoamericano CTS (VII SIACTS). Mesa redonda Formación del profesorado y CTS. AIACTS. Valencia.
- Pontes Pedrajas, A., Serrano, R., & Poyato, F. J. (2013). Concepciones y motivaciones sobre el desarrollo profesional docente en la formación inicial del profesorado de educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 10 (Núm. Extraordinario), 533-551.
- Rodríguez-Losada N., Puig B., Cebrian-Robles D. y Blanco-López A. (2021) La toma de decisiones responsables frente a la vacuna de la COVID-19. Conocimientos y posiciones de futuros docentes. *Revista Internacional de Pesquisa em Didáctica das Ciências e Matemática*, 2, 1-15.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Solbes J. (2019) Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico: una propuesta para cuestionar las pseudociencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 46, 81–99. <https://doi.org/10.17227/ted.num46-10541>
- Solbes, J., Fernández-Sánchez, J., Domínguez-Sales, M. C., Doménech, J. C., & Aranzábal, J. G. (2018). Influencia de la Formación y la Investigación Didáctica del Profesorado de Ciencias sobre su Práctica Docente. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 25-44.



- Van Driel, J. H.; Berry, A. y Meirink, J. (2014). Research on Science Teacher Knowledge. En N. G. Lederman y S. K. Abell (eds.), *Handbook of Research on Science Education*. Abingdon: Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203097267.ch42>
- Vázquez Alonso, Ángel. (2014). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la Formación de Docentes en Educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-Pluriversidad*, 14(2), 37-49. Recuperado a partir de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/unip/article/view/20055>

ENFOQUE STEM EN UN POSGRADO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

Raquel Bazán, Gonzalo Barbero, Carina Colasanto, Marcelo Gómez,
Nancy Larrosa, Abel López, Nancy Saldís, Hernán Severini

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
raquel.bazan@unc.edu.ar , gon.medina@unc.edu.ar , carina.colasanto@unc.edu.ar , mgomez@unc.edu.ar ,
nancy.larrosa@unc.edu.ar , abel.lopez@unc.edu.ar , nancy.saldis@unc.edu.ar , hernan.severini@unc.edu.ar

Resumen

El artículo describe el desarrollo y los resultados obtenidos en la puesta en práctica de una experiencia innovadora en un posgrado utilizando un abordaje integrado STEM, para facilitar la construcción de conocimientos científico-tecnológicos interdisciplinarios. La población de estudiantes estuvo constituida por profesores de diversas ciencias experimentales que usaron sensores multiparamétricos computarizados para la adquisición y procesamiento de datos en tiempo real. Los y las maestrandos, conformando equipos de trabajo, diseñaron experiencias originales para la integración de saberes provenientes de la Biología, la Física, la Química, la Tecnología, la Ingeniería y la Matemática poniéndolos a prueba para advertir errores y aciertos propiciando la discusión referida al fomento de actividades interdisciplinarias. La evaluación de procesos y de productos permiten afirmar que se logró el trabajo colectivo de los participantes utilizando la metodología tinkering, se fortaleció el desarrollo de estrategias, habilidades y actitudes necesarias a fin de construir conocimiento integrado y coordinado entre diferentes disciplinas y se adquirió destreza para la modelización matemática. La metodología de trabajo STEM utilizada en el curso fue transpuesta a los diseños de las secuencias didácticas.

Palabras clave: enfoque STEM; sensores multiparamétricos; tinkering; posgrado; interdisciplinariedad

Abstract

The article describes the development and results obtained in the implementation of an innovative experience in a postgraduate using an integrated STEM approach, to facilitate the construction of scientific-technological knowledge interdisciplinary. The student population consisted of professors of various experimental sciences who used computerized multiparameter sensors for real-time data acquisition and processing. The master students, forming work teams, designed original experiences for the integration of knowledge from Biology, Physics, Chemistry, Technology, Engineering and Mathematics, putting them to the test to notice errors and successes, promoting the discussion related to the promotion of interdisciplinary activities. The evaluation of processes and products allow us to affirm that the collective work of the participants was achieved using the methodology tinkering, the development of strategies, skills and attitudes necessary to build knowledge was strengthened integrated and coordinated between different disciplines and skills for mathematical modeling were acquired. The methodology STEM work used in the course was transposed to the designs of the didactic sequences.

Keywords: STEM approach; multiparameter sensors; tinkering; postgraduate; interdisciplinarity

1. INTRODUCCIÓN

Cada vez es mayor la demanda en prácticas y habilidades para el aprendizaje y construcción de modelos químicos, físicos, biológicos, computacionales y matemáticos que sirvan de base para casi todas las profesiones y condiciones interrelacionadas. El estudiantado y docentes necesitan formarse constantemente en un escenario social y laboral siempre cambiante.

El uso de plataformas y redes en la educación de posgrado es hoy una práctica frecuente, pero ya insuficiente por sí solas. La creciente conectividad de la aparatología de laboratorio en ingeniería, por ejemplo, y otras ramas del conocimiento hace que en las prácticas pedagógicas se torne indispensable incluir también procedimientos de obtención y procesamiento de la información que permitan el trabajo colaborativo, a distancia y

especialmente integrado.

En este contexto se vuelve necesario definir algunos conceptos que suministran elementos de referencia para la interpretación de este artículo.

1.1. La teoría o enfoque constructivista

Se fundamenta en el proceso de descubrir, organizar, reconstruir y construir, donde el ser humano es capaz de elaborar conceptos tal como lo hace con los objetos. Este modelo está centrado en el aprendiz, en sus experiencias previas de las que hace nuevas construcciones cognitivas, y considera que la construcción se produce cuando el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento (Piaget, 1997), cuando lo realiza en interacción con otros (Vigotsky, 1978) y cuando es significativo para el sujeto (Ausubel et al. 1978). Estos presupuestos básicos dieron origen al modelo denominado Entornos de Aprendizaje Constructivista (Gros Salvat, 2008) que tiene por fin diseñar espacios que comprometan a estudiantes en la elaboración del conocimiento. Este consiste en una propuesta que parte de un problema, pregunta, ejemplo o proyecto como núcleo del entorno para el que se ofrecen al que aprende varios sistemas de interpretación y de apoyo intelectual derivados de su contexto para resolver las situaciones.

1.2. La interdisciplinariedad

El constructivismo precisa de la interdisciplinariedad para preparar a los y las estudiantes a realizar la transposición de contenidos que les permitan solucionar holísticamente los problemas que enfrentarán en su futuro desempeño profesional y social. Torres (1994) y Mañalich (1998) la consideran como una forma particular del trabajo científico o como un proceso en el que está presente una relación de cooperación entre los especialistas que han madurado en sus propias disciplinas y buscan enriquecer y enriquecerse en sus aportes. Al perseguir la meta social de la interdisciplinariedad cobra relevancia el aprendizaje colaborativo donde los estudiantes, trabajando en pequeños grupos, desarrollan habilidades de razonamiento superior, pensamiento crítico y de sociabilización del conocimiento. Cabero (2000) unifica las vertientes de aprendizaje colaborativo y cooperativo en una definición única y establece que el trabajo colaborativo es una metodología de enseñanza basada en la creencia de que el aprendizaje se incrementa cuando los estudiantes desarrollan destrezas de sociabilización del conocimiento para solucionar los problemas y acciones educativas.

1.3. El aprendizaje colaborativo mediado

Según Lipponen (2002), se basa en los procesos generados a través de la interacción entre las personas y las informaciones mediante las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs). Se centra en la manera en que la tecnología informática puede mejorar la interacción entre iguales y el trabajo en equipo para facilitar el compartir y distribuir el conocimiento y la experiencia entre los miembros de la comunidad de aprendizaje. Las nuevas TICs utilizadas con destreza docente permiten actividades que promueven la comprensión y el análisis crítico de modelos para la construcción del conocimiento (Cámara y Giorgi, 2005). A su vez, desempeñan diversas funciones: a) motivadora en la medida que su aplicación torna más atractiva la experiencia de aprendizaje y promueve el interés del alumno, b) investigadora, porque a través de ella se ofrecen al alumno/a entornos para que indague, controle variables y tome decisiones, c) formativa, porque apoyan la presentación de los contenidos integrando diversas actividades sobre ellos (Cabero, 2000).

1.4. Tinkering

El tinkering es aprender jugando, haciendo, es crear y pensar con las manos a través de la acción y la manipulación de diferentes materiales, donde lo importante es el proceso y cuyos ejes principales son la creatividad, la experimentación y la ludificación (Wilkinson y Petrich, 2013). Dentro de los beneficios del tinkering se encuentran:

- Fomentar la resolución creativa de problemas
- Generar procesos de aprendizaje basados en el descubrimiento y la automotivación.
- Permitir trabajar en un espacio colaborativo, abierto y horizontal, que fomenta la experimentación
- Poner a disposición materiales y metodologías para pensar en el propio proyecto y construirlo

- Educar en la motivación y confianza para afrontar desafíos vinculados con la vida real
- Es un proceso de aprendizaje que permite descubrir los talentos de cada uno
- Es interdisciplinario: integra la comprensión de la ciencia, la tecnología y del mundo que nos rodea; está relacionado con la metodología STEM.

1.5. Enfoque STEM

La educación STEM (por sus siglas en inglés) es el acrónimo de los términos en inglés *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) que involucra, tanto el aprendizaje de cada disciplina, como su integración o vinculación en abordajes activos y bien diseñados. Implica el desarrollo de maneras de pensar y razonar para resolver problemas digitalmente, tomar decisiones y hacer uso de las tecnologías creativas. El ámbito de disciplinas STEM es un contexto óptimo para desarrollar el pensamiento computacional debido a los múltiples puntos de encuentro que hay entre las diferentes disciplinas y las maneras de pensar y hacer del ámbito computacional (Wagh et al. 2017). No sólo existen los estrechos vínculos entre el pensamiento computacional y las prácticas científico-matemáticas, sino que la tecnología computacional está transformando la naturaleza de estas prácticas STEM; ejemplo de esto es la resolución computacional de problemas sobre secuenciación de ADN o las leyes de los gases (Weintrop et al. 2016).

Sintetizando, el enfoque STEM propone las siguientes prácticas:

- La enseñanza de la ciencia por indagación
- La modelización matemática
- El aprendizaje basado en retos, problemas o proyectos
- Incorporar el aprendizaje práctico o basado en desafíos vinculados al diseño de objetos o de soluciones con forma de artefactos o elementos concretos, pensados con una lógica de ingeniería
- Incluir trabajo en equipo
- Hacer que el contenido sea relevante e interdisciplinario, como lo es en la vida real.
- Transformar los errores en momentos positivos para el aprendizaje
- Aprovechar las herramientas digitales

Por otra parte, la formación de formadores es clave para impulsar la mejora en la calidad de la enseñanza de las ciencias y la tecnología. Gros Salvat y Silva (2005) señalan que es necesaria la difusión de prácticas innovadoras en la enseñanza actual. Los y las docentes requieren de las destrezas adecuadas y el reto es que no sólo tienen que aprender los y las estudiantes sino también docentes y los propios actores institucionales. Considerando los elementos de referencia mencionados, el equipo de profesores del seminario taller “Experiencias prácticas de laboratorio: usos educativos de sensores multiparamétricos asistidos por computadora” que presentan este artículo, ofreció aplicar el modelo Entornos de aprendizaje constructivista, interdisciplinario y colaborativo mediado, con enfoque STEM, con el objetivo de integrar física, química, biología, ingeniería, tecnología y matemática alejándose del esquema de cátedras aisladas y promoviendo la síntesis de contenidos conceptuales y procedimentales.

2. METODOLOGÍA

El equipo de profesores responsables del seminario fue interdisciplinario; lo conformaron docentes con títulos de magister en química, ingeniero electrónico electricista, especialista en nutrición, profesor en análisis matemático, doctor en ingeniería, ingenieros químicos, magister en educación, especialistas en TICs, todas y todos profesores con experiencia en los niveles universitario y secundario. La variedad de enfoques que aportaron las diversas profesiones impartieron al curso la riqueza necesaria para pensar una propuesta STEM. En este sentido, el trabajo en equipo, coordinado y colaborativo fue clave.

La población en estudio correspondió a una cohorte de la Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (FCEFYN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

Para comenzar el curso se consideró necesario abordar conceptos de prevención, protección, riesgo, accidente

y otros relacionados a seguridad, bioseguridad y buenas prácticas en los laboratorios y plantas piloto a los fines de nivelar algunos conocimientos considerando que los/as maestrandos/as provenían de diferentes disciplinas. En este sentido, se evaluó como importante que los y las participantes estuvieran familiarizados con la existencia de legislación específica sobre la realización de actividades experimentales. Dichas normativas regulan el modo de comportamiento y las medidas de seguridad que es necesario y obligatorio adoptar al momento de realizar actividades en laboratorios y plantas piloto, y cuyo descuido u omisión implican responsabilidades que pueden llegar a consecuencias penales.

Dentro del proceso de aprendizaje interdisciplinario experimental se propuso a los y las estudiantes (docentes de química, física, ingeniería, ciencias naturales y otras similares de niveles primario, secundario, terciario y universitario) el diseño de situaciones problemáticas que integrara saberes y experiencias de laboratorio que requieren la manipulación de instrumentos digitalizados similares a los utilizados en la práctica profesional, el desarrollo de modelos matemáticos sencillos asociados a los fenómenos estudiados y la generación de una instancia de plenario presencial con seguimiento y apoyo docente metacognitivo a distancia en un aula virtual. El menú abarcaba sensores de temperatura, de presión, de intensidad lumínica, de concentración de vapores de etanol, de intensidad de sonido, de humedad, de oxígeno disuelto y colorímetro entre otros, para la adquisición y procesamiento de datos en tiempo real con el programa DataStudio o Capstone®. Además, se ofreció un listado con los materiales y reactivos de laboratorio posibles de ser usados para el montaje de las experiencias. Para la implementación del sistema experimental los y las estudiantes emplearon materiales caseros, elementos en desuso, y otros objetos fáciles de conseguir.

Los grupos de estudiantes fueron organizados por los profesores que dictaron el curso con el objetivo de reunir diversas profesiones para lograr que funcionen de manera interdisciplinaria.

Para la puesta en práctica del trabajo colaborativo mediado, se generó y se puso en marcha un aula virtual en el Laboratorio de Enseñanza Virtual (LEV) de la FCEyN desde Moodle con un formato por temas. Se incluyeron presentaciones en *power point* con información referida a metodologías constructivistas, documentos en *pdf* relativos a manuales de uso, mantenimiento y calibración de sensores, videos ilustrativos, tutoriales, se abrieron foros de debate y wikis y los *links* para que los participantes envíen sus informes finales.

3. RESULTADOS

La metodología de trabajo STEM fue transpuesta a los diseños de las secuencias didácticas. Para ello los profesores incitaron al debate, a la formulación de hipótesis, la utilización de varios sensores, la adquisición de datos (FIGURA 1) y trazado de gráficos, su interpretación y procesamiento con el programa Capstone y DataStudio®. Los participantes constituidos en grupos, diseñaron la secuencia didáctica de manera interdisciplinaria, inventaron experiencias, pusieron en práctica, crearon con sus manos los dispositivos, aplicando la metodología *tinkering* es decir pensaron a través de los materiales en un ambiente lúdico, tuvieron errores, repensaron, a partir de los registros gráficos intervinieron usando las diferentes herramientas del programa (FIGURA 2) y luego de discutir y analizar los resultados, generaron modelos matemáticos.

También se les plantearon ecuaciones determinadas y se les pidió que predigan los fenómenos físicos o químicos que podrían estar asociados a ellas.



FIGURA 1. Registro de datos con sensor

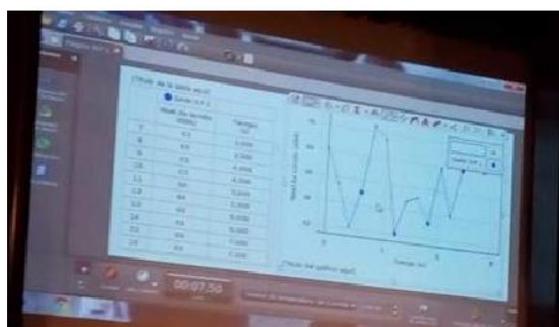


FIGURA 2. Pantalla del programa DataStudio para sensor de intensidad de sonido.

Los asistentes al curso propusieron las poblaciones a quienes estarían dirigidas las secuencias didácticas como así también el tiempo de aplicación de cada una.

Algunas de las propuestas presentadas por los asistentes al curso estuvieron relacionadas con: a) un estudio comparativo de barbijos de distintas marcas respecto a la transmisión de la intensidad de sonido, concentración de humedad y desarrollo de microorganismos para decidir cuál comprar (FIGURA 3), se trató de una propuesta interdisciplinaria de biología, química, microbiología, física y matemática para el nivel secundario; b) cómo puede variar el color de un jugo de manzanas en el tiempo, utilizando sensor de color, con la adición de distintas concentraciones de ácido cítrico como conservante en un preparado industrial (FIGURA 4), propuesta dirigida a estudiantes de Ingeniería en alimentos donde se integraron conceptos químicos, físicos y de procesos industriales usando colorímetro y otros sensores; c) estudio comparativo de diferentes materiales para aislar una sala de ensayo de un conjunto musical midiendo la intensidad de sonido y el tiempo posible de respirar oxígeno de acuerdo a la medición de dióxido de carbono acumulado en la sala con cuatro músicos (FIGURA 5) que integraba física y biología utilizando materiales descartados (trozos de poliestireno expandido, cartones, etc.) y sensores multiparamétricos de presión e intensidad de sonido, entre otros, propuesta pensada para un nivel secundario; d) el problema de la ingesta de alcohol en los jóvenes, influencia de catalasa en el hígado y sus implicaciones clínicas (FIGURA 6) implicando biología y química, proyecto posible de replicarlo en el nivel secundario y universitario.



FIGURA 3. Estudiantes usando el sensor de humedad.



FIGURA 4. Experimentando con jugo de manzana



FIGURA 5. Armando un simulador de sala de ensayo.



FIGURA 6. Estudiantes usando el sensor de vapores de etanol

Con la premisa que la tecnología no siempre debe ser informática, el equipo de profesores propuso alternativas a los sensores multiparamétricos a los efectos que las variables involucradas en las experiencias puedan ser registradas de alguna manera. En este sentido, se revisaron métodos “tradicionales” para medir volúmenes de gases (FIGURA 7), registrar temperaturas con termocuplas, y manómetros para la medición de presiones, por mencionar algunos ejemplos.

Además, se consideraron alternativas de sensores incluidos en los *smartphones* para registrar intensidad de sonido, intensidad de luz, y otras variables.

El último día de cursado se propició la exposición de lo construido por cada uno de los grupos, la sistematización de esas producciones, síntesis de las ideas y las conclusiones más relevantes fomentándose el debate y la participación constructiva en una jornada intensa de 8 horas.



FIGURA 7. Comprobación del desplazamiento de agua para medir volúmenes de gases.

La evaluación de los asistentes fue continua teniendo en cuenta los procesos de análisis, comprensión y comunicación de las actividades abordadas.

Para la evaluación del producto final se consideró la elaboración y presentación fundamentada de una actividad de abordaje STEM integrado que involucrara la modelización matemática, el uso de tecnologías o una actividad de diseño de ingeniería.

4. CONCLUSIONES

Se educa con el ejemplo. Esa fue la premisa de trabajo cuando se pensó en el diseño del curso para esta maestría. Así se constituyó el equipo de docentes, de manera interdisciplinar, aprendiendo de los errores, con herramientas atractivas para la determinación de contenidos relevantes tal como se presenta el enfoque STEM. De esa manera se mostraron los docentes del seminario y obtuvieron una respuesta similar de sus estudiantes. Los trabajos que presentaron mostraron creatividad, aplicación de metodologías constructivistas tales como aprendizajes basados en problemas o retos, trabajos colaborativos mediados a través de aulas virtuales o wikis, y el diseño de experiencias prácticas con los distintos instrumentos. Las síntesis de estos documentos fueron expuestas en un plenario donde fue posible comprobar que el compartir las producciones se convirtió en un nuevo espacio de aprendizaje y enriquecimiento.

Posteriormente, y a través del aula virtual, se recibieron los informes escritos que próximamente serán revisados por el equipo docente.

Se espera que las secuencias didácticas elaboradas por los estudiantes sean aplicadas exitosamente en sus respectivos lugares de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ausubel D., Novak J. & Hanesian H. (1978). *Educational Psychology: a cognitive view* (2a edición). New York: Holt, Rinehart & Winston. Reimpreso, 1986. New York: Warbel & Peck.
- Cabero J. (2000) *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Editorial Síntesis. Madrid.
- Cámara C. y Giorgi S. (2005). La potencialidad de las herramientas informáticas en la enseñanza de la física en carreras de ingeniería. En: Memorias del Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas Universidad Nacional de Cuyo, 03/ 2005, San Rafael, Mendoza, pp. 263-271.
- Gros Salvat B. (2008). *Aprendizajes, conexiones y artefactos. La producción colaborativa del conocimiento*. Editorial Gedisa. España.
- Gros Salvat B. y Silva Quiroz J. (2005) La formación del profesorado como docente en los espacios virtuales de aprendizaje, *Revista Iberoamericana de Educación*. 36 (1) 3
- Lipponen L. (2002). Exploring foundations for computer supported collaborative learning en Aprendizajes, conexiones y artefactos: La producción colaborativa del conocimiento. Ed. Gedisa. Barcelona.
- Mañalich Suárez R. (1998). Interdisciplinariedad y didáctica. p. 5. En *Revista Educación*. N° 94. La Habana.



Cuba.

Piaget J. (1997) *Biología y conocimiento*. Ed. Siglo Veintiuno, España.

Torres Santomé J. (1994). Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integral. Ed. Morata S. L. Madrid.

Vigotsky L. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wagh, A., Cook-Whitt, K., & Wilensky, U. (2017). Bridging inquiry-based science and constructionism: Exploring the alignment between students tinkering with code of computational models and goals of inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21379>

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>

Wilkinson K. y Petrich M. (2013). *The art of tinkering. This special ink conducts electricity*. Ed. Imago. China.

FORMACIÓN INICIAL EN EL CONTEXTO DEL MODELO INTERCONECTADO. PROPUESTA DE UN INSTRUMENTO PARA EL ANÁLISIS DE MICROCLASES

Tatiana Pujol-Cols, Guillermo Cutrera, María Basilisa García

Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

tati.pcols@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se implementó un instrumento, para trabajar en el contexto del Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente, con el propósito de promover instancias de reflexiones y promulgaciones en futuros profesores de química durante la instancia de su Residencia Docente. El instrumento consistió en un cuestionario de respuesta breve, que los estudiantes debían responder en la etapa posterior a la implementación de una microclase. Se analizaron las respuestas de cinco residentes, encontrándose que, en la mayoría de los casos, el instrumento permitió evidenciar las relaciones pretendidas entre Dominios del Modelo. En otros casos, sin embargo, aparecieron relaciones distintas a las pretendidas, o bien, no se evidenciaron relaciones entre Dominios, indicando la necesidad de ajustar el instrumento para futuras investigaciones.

Palabras clave: formación inicial; microclase; Modelo Interconectado de Desarrollo Profesional Docente; reflexión; promulgación

Abstract

In this paper an instrument was implemented, to work in the context of the Interconnected Model of Teacher Professional Growth, with the purpose of promoting instances of reflections and promulgations in future chemistry teachers during the instance of their Teaching Residency. The instrument consisted of a questionnaire short answer, which students had to answer in the post-implementation stage of a microclass. The responses of five residents were analyzed, finding that, in most cases, the instrument allowed demonstrate the relationships intended between Domains of the Model. In other cases, however, relationships appeared different from those intended, or, there were no relationships between Domains, indicating the need to adjust the instrument for future research.

Keywords: initial formation; microclass; Interconnected Model of Teacher Professional Development; reflection; promulgation

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se empleará el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente o en forma abreviada MICPD (Clarke & Hoolingsworth, 2002) como herramienta para analizar las prácticas de enseñanza correspondientes a la etapa posterior a la implementación de una microclase de cinco estudiantes que se encontraban cursando la primera etapa de la Residencia Docente en un Profesorado Universitario en Química en Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Se sabe que las microclases son muy utilizadas en la formación docente inicial, pero faltan estrategias que promuevan y evalúen la reflexión sobre las mismas en los futuros profesores de química.

El análisis de investigaciones previas donde se emplea el MICPD en el contexto de la formación docente inicial (Cutrera & García, 2020, 2021) reveló que la narración espontánea, es decir la narración que surge a partir de la resolución de consignas sin ninguna orientación, no favoreció la emergencia de relaciones entre Dominios propuestas por el modelo. En otras palabras, cuando el estudiante responde a una consigna en forma espontánea, la respuesta es difícilmente categorizable como una reflexión o una promulgación. La reflexión sobre la acción, necesaria para que los cambios puedan producirse, no es una actividad común y sistematizada en la práctica profesional docente (Guisasola y Barragués, 2004). En línea con estas investigaciones y con el

propósito de favorecer la aparición de reflexiones y promulgaciones en los residentes, se desarrolló un instrumento de tipo cuestionario que los estudiantes debieron responder en sus diarios de clases. Las microclases se presentan como un dispositivo para la reflexión sobre las prácticas de enseñanza durante la formación docente inicial. No obstante, este uso, no se ha indagado en profundidad cómo, a través de este dispositivo, se promueven las prácticas reflexivas. En este trabajo se pretende aportar elementos de análisis que permitan problematizar el uso de la microclase como dispositivo reflexivo, utilizando el MICPD.

1.1 LA MICROCLASE Y SU IMPORTANCIA PARA LA FORMACIÓN PROFESIONAL

Retomando a Anijovich (2009), se entiende por microclase a un procedimiento de entrenamiento cuyo objetivo es que el profesor observe, en una situación controlada, su modo de actuar. Es decir, una práctica de enseñanza desarrollada durante la formación inicial llevada a cabo en un tiempo breve, con un pequeño grupo de alumnos (en una situación de laboratorio, en general con sus propios compañeros en el rol de alumnos), con el fin de desarrollar habilidades específicas (también llamadas microelementos), como, por ejemplo, aprender a usar el pizarrón de manera organizada acompañando la exposición, conducir un interrogatorio didáctico (Anijovich et al., 2009, p. 120). Con respecto a la relevancia de la microenseñanza en la formación profesional, Allen y Ryan (1978) sintetizan las características esenciales en cinco ítems: es una situación de enseñanza real; reduce la situación compleja de un salón de clases (se reduce el número de alumnos, el alcance para la enseñanza y la duración de la clase; se enfoca en la realización de tareas específicas; permite un mayor control de la práctica; posibilita mayores recursos de realimentación. Por lo tanto, la microenseñanza se propone como un dispositivo que posibilita construir instancias formativas superadoras de aquellas que tradicionalmente ha prevalecido en la formación docente (Fabbi, Lescano & Palacios, 2013); su importancia se ha recuperado en términos de promover el desarrollo de prácticas reflexivas sobre las acciones de enseñanza y en tal sentido, como un espacio formativo que anticipa el desempeño docente en el contexto de la residencia propiamente dicha (Guirado, Laudadio y Mazzitelli 2016).

2. EL MODELO INTERCONECTADO DE CRECIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE (MICPD) COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS DE PRÁCTICAS REFLEXIVAS:

El MICPD describe el universo docente mediante cuatro dominios que interactúan entre sí: el Dominio Personal (DP), conformado por los conocimientos, creencias y actitudes de los docentes; el Dominio Externo (DE) conformado por una fuente externa de información o estímulo; el Dominio de la Práctica (DPr), que involucra la experimentación profesional y el Dominio de la Consecuencia (DC), conformado por resultados destacados relacionados con la práctica en el aula.

Este modelo permite describir y analizar el crecimiento profesional de los docentes en términos de vías de cambio dentro de los dominios descritos a través de dos mecanismos específicos: promulgación y reflexión. El modelo considera que se produce una vía de cambio cuando un cambio en un dominio produce un cambio en otro mediante un proceso de promulgación o reflexión. La reflexión hace referencia al conjunto de actividades mentales realizadas para construir o reconstruir experiencias, problemas, conocimientos o percepciones (van Woerkom, 2003). La promulgación es la puesta en acción de una idea, creencia o práctica y refiere a algo que un docente hace o dice como resultado de lo que el docente sabe, cree o ha experimentado (Clarke & Hollingsworth, 2002).

A modo de contextualizar el modelo para esta investigación, subdividimos los dominios del MICPD según nuestro interés de estudio. En este sentido, se consideraron las creencias, conocimiento y actitudes propias del estudiante como pertenecientes al Dominio Personal, la planificación e implementación de una microclase como perteneciente al Dominio de la Práctica y el diario de clases como perteneciente al Dominio Externo y (Figura 1).

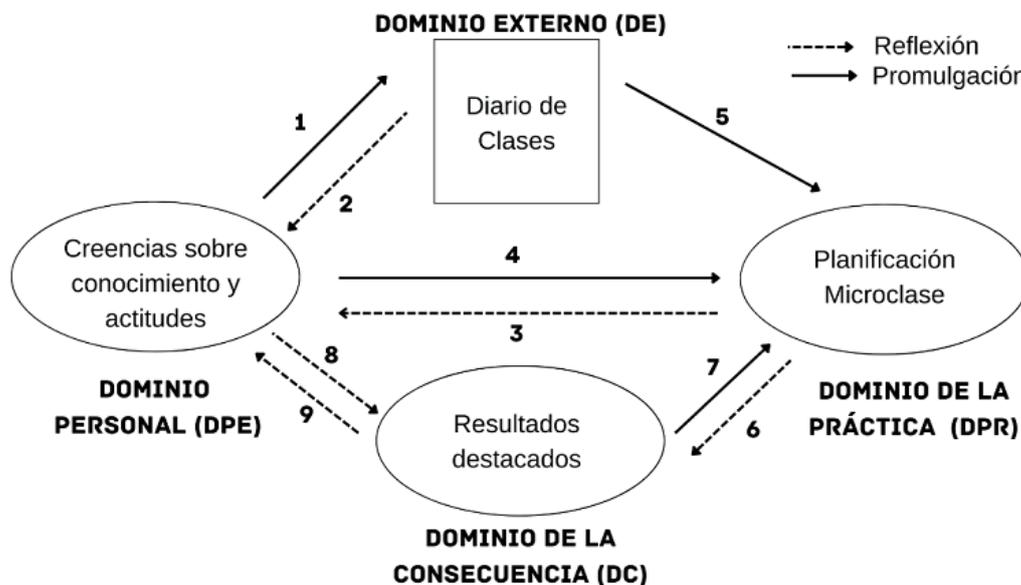


FIGURA 1. Aspectos considerados en los dominios analizados según la adaptación realizada al MICPD.

1.1 Objetivo

Emplear un instrumento, elaborado en el marco del primer tramo de una Residencia Docente, que permita promover e interpretar las reflexiones y promulgaciones en los estudiantes luego de la implementación de una microclase.

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de estudio

Se empleó una metodología cualitativa-inductiva, desde un enfoque descriptivo e interpretativo con el objetivo de identificar y describir las reflexiones y promulgaciones que se expresan en los docentes en formación.

2.2 Diseño y contexto de la investigación

En el presente trabajo se presentan los primeros resultados correspondientes al análisis de los diarios de clases de cinco estudiantes durante la primera parte de su residencia docente del Profesorado en Química en la Universidad Nacional de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Durante el cursado de la asignatura Práctica I, las reflexiones de los estudiantes sobre las actividades se van recogiendo en diarios de clase, a partir de consignas semiestructuradas y no estructuradas: El propósito es promover la práctica reflexiva que incluye, de particular interés para el presente trabajo, la instancia de elaboración de una microclase. La misma consiste en el diseño de una breve secuencia de actividades sobre un tema¹ concreto asignado por la cátedra, con orientación de los docentes de la asignatura. La puesta en escena de la microclase es precedida por una observación no participante del estudiante de un curso de secundaria (a modo que los estudiantes puedan adaptar su planificación a las características de un curso real). La elaboración de los diarios es guiada por los docentes responsables de la materia y compartida con los pares. La cantidad de estudiantes analizados correspondió a la totalidad de estudiantes que cursaron la residencia en el cuatrimestre. El instrumento fue elaborado considerando las relaciones entre Dominios propuestos por el MICPD (Clarke & Hoolingsworth, 2002) y los resultados fueron analizados según la adecuación de las respuestas de los estudiantes a estas relaciones pretendidas.

¹ Las temáticas de las microclases para los estudiantes (E1-E5) fueron, respectivamente, E1: Proteínas, E2: Combustión, E3: Reacciones de neutralización y lluvia ácida, E4: Reacciones de óxido-reducción, E5: Soluciones

2.3 Descripción del instrumento

El instrumento elaborado consta de cinco preguntas y cada una de ellas fue pensada para promover, en las respuestas de los estudiantes, una relación entre Dominios determinada (Tabla I). Las preguntas 1, 4 y 5 fueron separadas en ítems para facilitar su posterior análisis, sin embargo, los estudiantes las respondieron sin subdivisiones.

Tabla I. Instrumento desarrollado en el marco de la primera etapa de la residencia docente. Referencias: DE: Dominio Externo, DPr: Dominio de la Práctica, DPe: Dominio Personal, DC: Dominio de la Consecuencia.

Preguntas	Tipo de relación y Dominios involucrados según el instrumento
1A. ¿Qué materiales o dispositivos utilizados tanto en didáctica o en práctica (textos, trabajos prácticos, clases, recomendaciones de compañeros en foros, etc.) te sirvieron para preparar el simulacro?	DE-DPr (5)
1B. ¿Y para implementarlo?	DE-DPr (5)
2. ¿Consideras que a partir de la elaboración de las actividades para el simulacro se modificó (amplió o resignificó) algún conocimiento tuyo? ¿Cuál?	DPr-Dpe (3)
3. ¿A partir de tu percepción sobre la concreción del simulacro y los comentarios que recibiste, modificarías algo de tu secuencia de actividades? Explicar y presentar la modificación realizada	DC-DPr (7)
4. ¿Hubo alguna situación que se dio durante el simulacro que te dejó alguna reflexión respecto de la transposición didáctica, promoción del aprendizaje, la gestión de aula, la motivación?	DPr-DC (6)
4B. ¿Se te presentó alguna dificultad? ¿Descubriste alguna fortaleza? Detallar	DPr-DC (6)
5A. Una vez finalizado el simulacro, a partir de los resultados obtenidos, ¿reflexionaste sobre algún aspecto o situación en particular?	Dpe-DC (8)
5B. ¿Te dejó algún aprendizaje?	Dpe-DC (8)
5C. ¿Hay algo que deberías modificar en vos para promover aprendizajes más significativos?	DC-DPr (7)

En la tabla II se detallan los criterios establecidos para considerar la relación entre Dominios que se evidencia. Tales criterios fueron traducidos y adaptados de la propuesta de Justi y van Driel (2006).

Tabla II. Criterios para establecer las relaciones entre los dominios (Traducidos y adaptados de Justi y van Driel, 2006)

Dominios involucrados	Número identificador	Reflexión (R) o Promulgación (P)	Criterio considerado para evidenciar la relación
DE al DPr	5	P	Cuando algo que sucedió durante las actividades de aprendizaje influyó en lo que ocurrió en la práctica de enseñanza del estudiante
DC al DPr	7	P	Cuando un resultado específico en la práctica de enseñanza del estudiante hizo que considere cómo la modificaría en el futuro o en el momento mismo de la práctica
DPr al DPe	3	R	Cuando algo que el estudiante hizo en una práctica de enseñanza produjo una modificación en su cognición o concepciones, previo a los resultados en el aula
DPr al DC	6	R	Cuando el estudiante advirtió y reflexionó sobre algo que hizo o que sucedió durante una práctica de enseñanza que produjo resultados específicos, por ejemplo: aprendizaje logrado, gestión de aula, motivación en alumnos, evolución de los alumnos
DC al DPe	8	R	Cuando el estudiante reflexionó sobre un resultado específico durante una práctica de enseñanza, lo cual produjo un cambio en algún aspecto específico de sus conocimientos o concepciones iniciales
DPe al DC	9	R	Cuando un aspecto específico de la cognición del estudiante le ayudó a reflexionar al analizar un resultado específico obtenido en una práctica de enseñanza

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, presentamos el análisis de una de las preguntas del instrumento (Pregunta 5). Cuyo contenido fue dividido en tres ítems para su estudio (Tabla I). La elección de esta pregunta obedece a que permite recuperar las particularidades identificadas en el conjunto de las respuestas de los estudiantes al resto de las preguntas. Con respecto a la pregunta 5B (*Una vez finalizado el simulacro, a partir de los resultados obtenidos, ¿Te dejó algún aprendizaje?*), en tres de los estudiantes analizados (estudiantes 1, 2 y 3), se encontraron respuestas esperables en términos de la relación de dominios pretendida DC al DPe. Por ejemplo: “El aprendizaje que creo me dejó todo el proceso de preparación y concreción del simulacro, es que menos, es más. **Comprendí**² que es mejor puntualizar el contenido a enseñar, buscando la mayor comprensión por parte de los estudiantes, aunque parezca poca cosa la que se enseña y no llenar la clase de conceptos y contenidos diversos con los cuales quede trunco el aprendizaje significativo por parte de lxs estudiantes”. En uno de los dos casos restantes (estudiante 4) la respuesta ejemplificó la relación entre los dominios DC al DPr y, en el restante (estudiante 5), no remitió a ningún aprendizaje: “Una vez terminado el simulacro, me parecieron adecuados todos los comentarios, algunos fueron muy constructivos”. Este conjunto de respuestas permite reconocer que la pregunta movilizó, solo en parte, respuestas en términos de la relación de dominios pretendida: en el caso de la estudiante 4, el cambio se establece en términos de una promulgación; en el caso de la estudiante 5, en particular, su respuesta no permite inferir cambios a partir de relaciones entre dominios. Este último resultado es particularmente interesante en tanto evidencia que la relación esperable no necesariamente debe expresarse en la respuesta; en particular, las preguntas fueron elaboradas esperando la existencia de cambios, expectativa ésta que no necesariamente debe cumplirse desde la perspectiva de los estudiantes.

Los resultados del análisis de este ítem, en el que se dividió la respuesta de la pregunta 5, se recuperaron, con matices, en los restantes incisos. En la pregunta 5A (*Una vez finalizado el simulacro, a partir de los resultados obtenidos, ¿Reflexionaste sobre algún aspecto o situación en particular?*), nuevamente, se registra que tres estudiantes (1, 2 y 4) logran vehicular la relación entre dominios pretendida: DC al DPe. Por ejemplo: “**No supe**² adaptar el concepto de energía de activación y dudaba si lxs estudiantes poseían el conocimiento de lo que son las reacciones endo y exotérmicas. Esto me dificultó al momento de explicar el significado del concepto de punto o temperatura de ignición”. La estudiante 5 manifestó una relación de dominios distinta a la pretendida: DC al DPr y la estudiante 3 no emitió ninguna reflexión “Creo que mucho de lo que debería ir en este inciso ya está dicho anteriormente”. En cuanto al inciso 5C (*Una vez finalizado el simulacro, a partir de los resultados obtenidos, ¿Hay algo que deberías modificar en vos para promover aprendizajes más significativos?*) cuatro estudiantes (1, 2, 3 y 5) lograron encauzar la relación entre Dominios pretendida Dc al DPr, por ejemplo: “**Debería cambiar**² en el lenguaje tanto al explicar cómo al realizar las actividades”. En dos de los casos (Estudiantes 1 y 2) se presentaron adicionalmente, mediaciones reflexivas que podrían categorizarse como DPe al DC, por ejemplo: “En el comienzo de mi secuencia se incluían varios contenidos y se mencionaban muchos conceptos, esto hacía que, si bien los objetivos estaban definidos, el desarrollo de la actividad **no hacía foco suficiente**² en lo que realmente se deseaba enseñar” y finalmente, en el caso de la estudiante 4, no aparece ninguna relación pues manifiesta que: “La actividad del modo que fue planteada promueve aprendizajes significativos porque parte de las ideas de los estudiantes”. Esta respuesta resulta interesante ya que nos permite dar cuenta que, la consigna, del modo en que está planteada asume que hay algo que problematizar y quizás el estudiante percibe que no, con lo cual debería ser reformulada.

A continuación, se presenta una tabla (Tabla III) que resume las respuestas de los estudiantes para las restantes preguntas analizadas

² Se indican en negrita, las palabras consideradas como indicadores para la categorización de fragmentos de textos según las relaciones entre dominios de modelo.

Tabla III. Respuestas de los estudiantes 1 (E1) a 5 (E5) para las distintas consignas del instrumento. Referencias RP: Relación pretendida. RO: Relación observada. Na: No se reconoce la relación pretendida.

Preguntas	E1		E2		E3		E4		E5	
	RP	RO	RP	RO	RP	RO	RP	RO	RP	RO
1A	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1B	5	5	5	5	5	5	5	5	5	Na
2	3	3	3	3	3	3	3	Na	3	5
3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	Na
4A	6	6	6	6	6	6	6	Na	6	6
4B	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
5A	8	8	8	8	8	Na	8	8	8	7
5B	8	8	8	8	8	8	8	7	8	Na
5C	7	9 y 7	7	9 y 7	7	7	7	Na	7	7

4. CONCLUSIONES

Luego del análisis de las respuestas de los estudiantes empleando el MICPD, podemos concluir que, para los casos analizados, el uso de un instrumento diseñado para el trabajo con el modelo, promovió la presencia de reflexiones y promulgaciones en las respuestas de los estudiantes. Esto se evidenció en el hecho de que, en la mayoría de los casos, el instrumento hizo posible evidenciar las relaciones pretendidas entre Dominios del Modelo.

Por otro lado, el análisis de las respuestas de las estudiantes 4 y 5 (Tabla III) reveló que, para algunas consignas, no manifestaron ninguna relación entre Dominios pues los estudiantes expresaron su conformidad con la manera en la que se desempeñaron durante la microclase y, además, no evaluaban la necesidad de cambios para la misma. Este resultado, en particular, advierte la necesidad de revisar y reformular las consignas para favorecer la aparición de reflexiones y promulgaciones que permitan, a los estudiantes, profundizar en las justificaciones de sus respuestas.

En adición, en algunos casos (estudiantes 4 y 5, tabla III), las respuestas expresaron una relación entre Dominios diferente a la planteada por el instrumento y, en otros casos (estudiantes 1 y 2, tabla III) se manifestó una relación diferente a la pretendida. Nuevamente, esta diversidad de respuestas parece indicar la necesidad de precisar el instrumento para futuras investigaciones. Estas consideraciones deben inscribirse en un contexto más amplio, dado por las demandas de aprendizaje que requieren la producción de textos reflexivos que exigen determinados géneros discursivos tales como la argumentación y la explicación (Nurfidoh & Kareviati, 2021). Estas demandas deben ser atendidas durante la formación docente inicial y la producción de textos, como los mostrados en este trabajo, constituyen espacios privilegiados para promover estas competencias. Finalmente, inscribimos la relevancia de este avance en los resultados de la investigación en un doble sentido. Por un lado, en la importancia de avanzar en la indagación de la microclase como dispositivo reflexivo a partir de los registros de los futuros profesores. Por otra parte, los resultados expuestos en este trabajo contribuyen al desarrollo del campo de investigación vinculado al uso del MICPD durante la formación docente inicial y proporcionan un primer análisis de la utilidad del uso de instrumentos para favorecer la aparición de reflexiones y promulgaciones en los residentes del Profesorado en Ciencias y debería, por lo tanto, ser ampliada en futuras investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, D. y Ryan, K. (1978). *Microenseñanza. Una nueva técnica para la formación y el perfeccionamiento*



docente. Buenos Aires, Argentina

- Anijovich, R., Capelletti, G., Mora, S. y Sabelli, M. J. (2009). *Transitar la formación pedagógica. Dispositivos y estrategias*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Clarke, D. y Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18, 947-967.
- Cutrera, G., & García, M. B. (2021). Reflexión, formación inicial y modelo interconectado de crecimiento profesional docente. Un estudio de caso. *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências*, 10(02), 322-346.
- García, M. B., & Cutrera, G. (2020). El campo de la práctica docente en la formación inicial. Un estudio descriptivo de una propuesta curricular para los profesorados de ciencias exactas y naturales. *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências*, 9(02), 176-196.
- Fabbi, M. V., Lescano, M. y Palacios, A. (2013). Una aproximación a la microclase como dispositivo para la formación de profesores. *V Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XX Jornadas de Investigación Noveno Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR*. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Guirado, A. M., Laudadio, M. J. y Mazzitelli, C. A. (2016). Reflexión sobre la autopercepción y de Química para mejorar su práctica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28, 39-47.
- Guisasola, J. y Barragués, J.I. (2004). La formación del profesorado como componente esencial de la enseñanza de las ciencias. *Actas de los XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 95-102. Bilbao: Universidad del País Vasco
- Nurfidoh, S., & Kareviati, E. (2021). An analysis of students' difficulties in writing descriptive texts. *Professional Journal of English Education*, 4(1), 16-22.
- Van Driel, J. H. y Berry, A. (2012). Teacher Professional Development Focusing on Pedagogical Content Knowledge. *Educational Researcher*, 41(1), 26-28.
- Van Woerkom, M. (2003). *Critical reflection at work: bridging individual and organizational learning*. University of Twente.

LA CONTROVERSIAS HISTÓRICO-EPIDEMOLÓGICA SOBRE LA EXISTENCIA DE CITOCROMOS EN LA RESPIRACIÓN CELULAR

Martín Pérgola, Lydia Galagovsky

Instituto CEFIEC, Comisión de Carrera de los Profesorados de Enseñanza Media y Superior
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina
martinpergola@ccpems.exactas.uba.ar

Resumen

El presente trabajo desarrolla una controversia histórica de química la química biológica a comienzos del siglo XX, sustentada en el debate acerca de la existencia de estructuras moleculares específicas que actuaban como catalizadores biológicos. A partir de esta controversia se desarrollaron modelos de química biológica que permitieran explicar la respiración celular de seres vivos, que guiaron posteriormente (mediados de siglo XX) la extracción, purificación, aislamiento y caracterización química de enzimas que participan en el metabolismo celular.

Palabras clave: respiración celular, química biológica, controversia, citocromos, enzimas.

Abstract

The present work develops a historical controversy of chemistry and biological chemistry at the beginning of the century XX, supported by the debate about the existence of specific molecular structures that acted as biological catalysts. From this controversy, models of biological chemistry were developed that allowed to explain the cellular respiration of living beings, which later guided (mid-twentieth century) the extraction, purification, isolation and chemical characterization of enzymes involved in metabolism mobile.

Keywords: cellular respiration, biological chemistry, controversy, cytochromes, enzymes.

1. INTRODUCCIÓN

Los citocromos son moléculas en cuyas estructuras hay grupos hemo, formado por un núcleo de tetrapirroles sustituidos que forman parte de complejos proteínicos participantes de numerosas vías metabólicas en los seres vivos. Su presencia es fundamental como soporte de las reacciones redox que se involucran en la cadena de transporte de electrones (CTE) de la respiración celular aerobia de seres vivos.

La International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB) categoriza, en la actualidad, cuatro tipos diferentes de citocromos que se identifican con las letras a, b, c y d (Palmer y Reedijk, 1991). Esta categorización consensuada estuvo precedida por importantes controversias que, a principios del siglo XX estaban sustentadas en dos grupos de investigación: el de Otto Warburg (Alemania) y el de David Keilin (Inglaterra). Aceptar el paradigma de existencia de los citocromos requirió más de 50 años de investigaciones en bioquímica, hasta derribar la idea previamente aceptada sobre la presencia de un "fermento respiratorio" como complejo químico único responsable de la respiración celular (Kohler, 1973a; Warburg, 1925). La controversia se sostuvo ante las dificultades experimentales que presentaban el aislamiento e identificación, debido a las similitudes estructurales de sus moléculas (Pérgola, 2021).

2. CONTROVERSIAS SOBRE FERMENTOS O CITOCROMOS

Desde mediados del siglo XIX, la observación de tejidos y luego cortes celulares al microscopio óptico permitió reconocer subestructuras coloradas, que presentaban espectros de absorción en el rango de longitudes de

onda de la luz visible. Estas moléculas, que solían ser denominadas pigmentos celulares. La hemoglobina, por ejemplo, presente en los glóbulos rojos, había sido detectada en la primera mitad del siglo XIX, así como su función biológica en el transporte de oxígeno (Hünefeld, 1840), aunque su estructura química recién se logró dilucidar mediante cristalización y espectroscopía de rayos X en 1959.

En 1885, en el contexto de investigación científica en el cual se perseguía la extracción y aislamiento de estructuras intracelulares con el objetivo de dilucidar sus funciones celulares, Mac Munn (1885) presentó el hallazgo de una sustancia coloreada presente en los tejidos musculares de vertebrados, a la que denominó miohematina, y en diferentes tejidos de invertebrados (moluscos, equinodermas, artrópodos, gusanos, reptiles, anfibios, peces, aves y mamíferos), llamada histohematina. Con cuidado de eliminar las señales de hemoglobina que podían interferir en los espectros, Mac Munn presentó el espectro de absorción de muestras de distintos tejidos y especies donde aparecían cuatro bandas de absorción -levemente modificadas según la especie- en las zonas de longitudes de onda de 590-610 nm, 560-570 nm, 550-560 nm y 510-530 nm, y propuso que dichas sustancias estarían relacionadas en procesos respiratorios. El indicio de su actividad en el proceso respiratorio fue que, en pájaros e insectos voladores, donde la actividad respiratoria de ciertos músculos ligados a las alas era mayor que en otros organismos, las bandas espectrales características de la miohematina eran más intensas.

En este contexto de investigación, el químico alemán Otto Heinrich Warburg (1883-1970) estudió las reacciones ligadas con la respiración celular (RC), proponiendo en 1913 la existencia de una estructura biológica compleja, que denominó *atmungsferment* (fermento respiratorio, en alemán), responsable de la RC aeróbica en el interior de las células (Bechtel, 2006, p. 94; Warburg, 1913).

Enmarcado en el paradigma de la existencia de fermentos, Warburg retomó, en 1925, los argumentos a favor del fermento respiratorio y propuso que el primer paso de la respiración celular era una oxidación catalizada del hierro, pues se sabía que el grupo hemo presente en el "fermento" contenía hierro (Warburg, 1931). Según este modelo, el hierro trivalente se reducía a hierro divalente oxidando a compuestos orgánicos provenientes de los nutrientes; luego, el hierro divalente se reoxidaba a hierro trivalente, reduciendo el oxígeno a agua, como paso final de la respiración. Es decir, el oxígeno nunca estaba en contacto con las sustancias orgánicas de los nutrientes (Warburg, 1925, p. 1001-1002). El fermento suponía que los átomos de hierro ferroso se encontrarían "adsorbidos" en las superficies internas de las membranas celulares (Kadenbach, 1983, p. 273). Según la idea de Warburg, lo que propiciaba las catálisis bioquímicas no eran moléculas o combinados moleculares específicos, sino grandes estructuras celulares (Kohler, 1973a, p. 171-172).

Paralelamente, desde las primeras décadas del siglo XX, surgió un nuevo paradigma de investigación, que intentaba aislar y caracterizar biomoléculas que -se suponía- actuaban como catalizadores biológicos. En 1877 Wilhelm Friedrich Kühne (1825-1895) utilizó por primera vez el término "enzimas", para señalar catalizadores que participarían en reacciones específicas en procesos bioquímicos como la fermentación o la respiración celular (Kohler, 1973b, p. 173; Kühne, 1877). Este paradigma se organizó luego de la consolidación de la "teoría celular", y de la distinción entre respiración externa como intercambio gaseoso mecánico a nivel pulmonar, y la respiración interna, como las oxidaciones biológicas que ocurrían a nivel de los tejidos (Werner, 1997, p. 175). El contexto de investigación sobre aislamiento y caracterización de enzimas constituyó un punto clave en la constitución de la química biológica como disciplina específica e independiente de la fisiología y la química orgánica.

La utilización de los términos fermento o enzima para referirse a las sustancias que participaban de la respiración celular, es un reflejo de la incertidumbre que existía a principios del siglo XX acerca de la naturaleza de las enzimas como entes químicos específicos (Barnett, 2003; Kohler, 1973b; Kühne, 1877). Enmarcado en este nuevo paradigma de aislamiento y caracterización de enzimas, David Keilin (1887-1963) postuló que las sustancias nombradas como miohematina e histohematina por Mac Munn, eran pigmentos respiratorios muy extendidos entre los seres vivos y propuso el nombre citocromos (cito=célula y chromos=color) (Keilin, 1925, p. 314). Keilin encontró que los espectros de absorción de todas las muestras con citocromos respiratorios presentaban un espectro de absorción característico de cuatro bandas, cuyos rangos de máxima intensidad eran: banda a 603-605 nm; banda b 567-564 nm; banda c 550-549 nm; banda d 521-519 nm. El espectro difería muy poco entre muestras de distintas especies, tal como se muestra en la Figura 1.

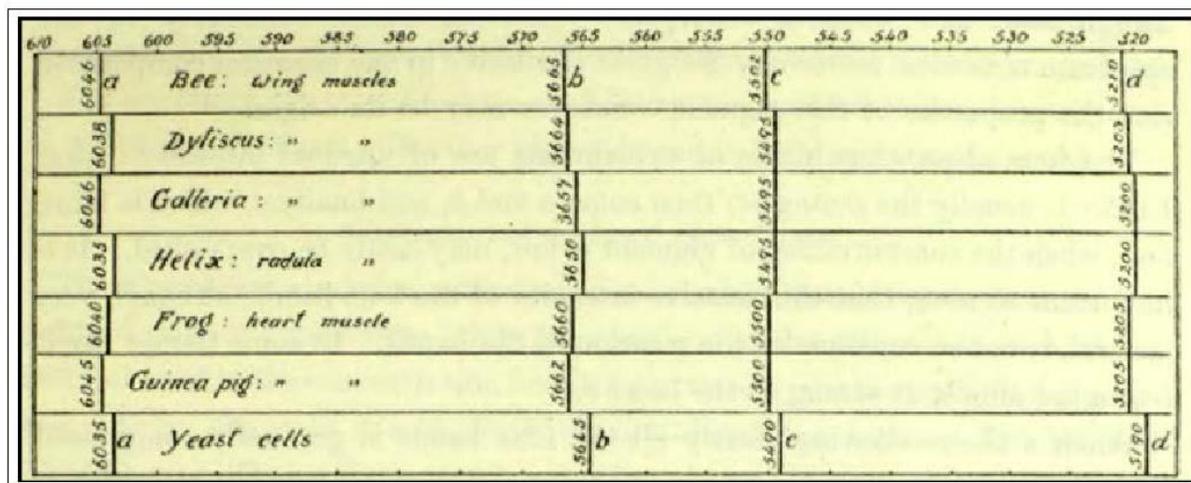


FIGURA 1. Imagen original presentada por Keilin (1925, p. 317) que esquematiza las cuatro bandas de los citocromos reducidos partir de muestras de distintas especies: abejas, dytiscus (escarabajo), galleria (polilla), helix (caracol), rana, conejillo de indias y levaduras. Sobre las bandas se informan los valores de cada banda en Ångstrom, mientras en la barra superior las unidades son nanómetros.

3. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LOS CITOCROMOS

Para dilucidar la naturaleza química de los citocromos, Keilin burbujeó oxígeno en una suspensión de levaduras y verificó que se producía la oxidación de los citocromos, observando la desaparición de las cuatro bandas características del espectro de los mismos; si se detenía el burbujeo volvían a aparecer las cuatro bandas; y, si en lugar de aire se burbujeaba nitrógeno, los citocromos permanecían en su estado reducido (Keilin, 1925, p. 319). Keilin concluyó que el espectro de absorción con cuatro bandas características correspondía al estado reducido del citocromo, mientras que el espectro del pigmento en su estado oxidado no presentaba las cuatro bandas.

Cuando se agregaba solución débil de KCN a una suspensión de levaduras, no importaba cuán activamente se agitara la solución en presencia de oxígeno, el citocromo permanecía completamente reducido. Keilin explicó que esto se debía, no por la acción del KCN como agente reductor, sino a que actuaba como un inhibidor de la oxidación específica del citocromo (Keilin, 1925, p. 314). Es decir, el cianuro se combinaba con los citocromos de forma tal que inhibía su reactividad.

4. DIFERENCIACIÓN DE LOS CITOCROMOS CON LA HEMOGLOBINA

Una de las preocupaciones de Keilin implicaba lograr diferenciar los citocromos de otros pigmentos celulares como la hemoglobina o la mioglobina (Keilin, 1925, p. 331-332). Para relevar si se trataba de sustancias diferentes, Keilin realizó un experimento donde mezcló sangre de oveja con una muestra de levaduras; al mezclarse se producía la reducción de oxihemoglobina (HbO₂) a hemoglobina (Hb) (se observaba una banda de absorción correspondiente a la hemoglobina reducida). Al agitar la muestra en presencia de oxígeno, Keilin registró las bandas de absorción características de la oxihemoglobina de la sangre de oveja, mientras que no se observaban las bandas de absorción características de los citocromos oxidados de las levaduras. Si la solución se dejaba reposar cierto tiempo se podía observar la reducción de ambos pigmentos, las bandas de HbO₂ desaparecían y aparecían las cuatro bandas del citocromo oxidado.

De esta forma, mediante técnicas que utilizaban la comparación entre espectros de absorción en condiciones de oxidación y reducción, Keilin pudo afirmar que la hemoglobina de la sangre (o muscular) y los citocromos eran pigmentos distintos.

5. LA PROPUESTA DE UNA CADENA RESPIRATORIA PRIMITIVA

A partir de la caracterización de los citocromos como moléculas que se oxidan y reducen en condiciones biológicas, y su diferenciación con la hemoglobina y la mioglobina, Keilin propuso un modelo sobre el recorrido que realizaría el oxígeno luego de exhalado, desde la sangre hasta el interior de las células, donde se mencionaba la participación de la hemoglobina sanguínea, la hemoglobina muscular (mioglobina) y los citocromos. El paso final de esta cadena respiratoria implicaba la oxidación de sustratos que participaban en la respiración celular, como por ejemplo la glucosa. En la Figura 2 se representa el modelo propuesto por Keilin (1925, p. 334-335). En los casos donde el recorrido no incluía el pasaje a tejido muscular, el oxígeno pasaba directamente de la hemoglobina sanguínea a los citocromos. Keilin no encontró citocromos en las bacterias anaeróbicas, por lo cual su mecanismo respiratorio -que por supuesto no incluía oxígeno- debía implicar un modelo alternativo (Keilin, 1925).

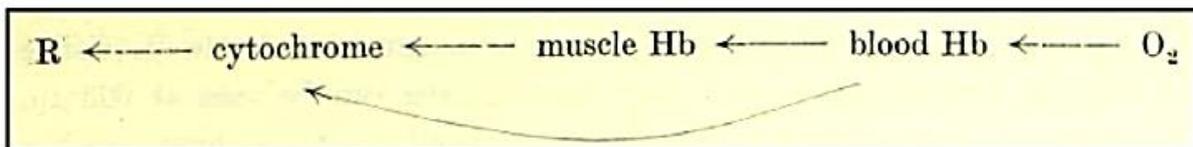


FIGURA 2. Esquema original de Keilin (1925, p. 334-335) sobre el camino metabólico del oxígeno mediado por pigmentos sanguíneos y celulares, hasta el sustrato (R) que resultaba oxidado por acción del oxígeno.

6. REFLEXIONES FINALES

Si bien Keilin pudo refinar su esquema sobre la participación de los citocromos en la respiración celular (RC) (Keilin, 1925; 1928), nunca pudo aislar los citocromos y, por lo tanto, validar su modelo. La presencia de los citocromos como estructuras químicas presentes en la cadena de transporte de electrones de la RC aeróbica recuperó su mención en la Teoría Quimiosmótica de Mitchell (1961), que reconoció la participación de los citocromos a, a₃, b, c en la cadena de transporte de electrones (CTE) que participaba del mecanismo de fosforilación oxidativa. Actualmente, el modelo de CTE en la Respiración Celular implica la participación de los citocromos a y a₃ en el complejo IV de la CTE, y los citocromos b y c₁ en el complejo III (Nelson y Cox, 2017). La controversia entre Warburg y Keilin, de 20-30 años de duración tuvo varias aristas. Otto Warburg poseía una gran reputación como químico, doctorado en medicina con Ludolf von Krehl en la prestigiosa Universidad de Heidelberg, e hijo del muy reconocido físico alemán Emil Warburg, presidente de la Deutsche Physikalische Gesellschaft entre 1899-1905. David Keilin, por otro lado, había nacido en Moscú y su familia se había mudado a Varsovia cuando él aún era un niño (Slater, 2003); estudió en la Universidad de Lieja (Bélgica) donde hizo su doctorado y desarrolló su campo de investigación en la entomología y la parasitología. Warburg recibió el Premio Nobel de Fisiología o Medicina, en 1931, por su descubrimiento de la naturaleza y el modo de acción de la enzima respiratoria.

A pesar de que Warburg nunca consiguió aislar el *atmungsferment* de las células (Werner, 1997), nunca reconoció, e inclusive negó, las investigaciones llevadas a cabo por Keilin para caracterizar los citocromos, a los que llamó "fermentos degenerados" sin importancia fisiológica, suponiendo que no estaban directamente implicados en la interacción de la materia orgánica proveniente de los nutrientes y el oxígeno molecular (Krebs, 1972; Kohler, 1973a, p. 171). Esta actitud se apoyó en cierta desmoralización entre los bioquímicos que, luego de un optimismo a comienzos de siglo (Kohler 1973b, p. 173), habían visto como su aislamiento, caracterización química y purificación eran frecuentemente imposibles con las técnicas con las que contaban a principios del siglo XX.

Los aportes realizados por Keilin fueron revalorizados recién después de mediados del siglo XX, cuando comenzó a aceptarse el modelo moderno de respiración celular fundado en la Teoría Quimiosmótica de Peter Mitchell (1961). Esto resultó evidente en la conferencia del Premio Nobel otorgado a Peter Mitchell en 1978, cuyo título fue "Keilin's respiratory chain concept and its chemiosmotic consequences" (Mitcell, 1979).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- Barnett, J. A. (2003). Beginnings of microbiology and biochemistry: The contribution of yeast research. *Microbiology*, 149(3), 557–567. doi: 10.1099/mic.0.26089-0
- Hünefeld, F. L. (1840). Der chemismus in der thierischen organisation: Physiologisch-chemische untersuchungen der materiellen veränderungen, oder des bildungs lebens im thierischen organismus; insbesondere des blutbildungsprocesses, der natur der blut körperchen und ihrer kernchen. Ein beitrag zur physiologie und heilmittellehre. Leipzig: Brockhaus
- Kadenbach, B. (1983). Struktur und Evolution des Atmungsferments Cytochrom-c-Oxidase. *Angewandte Chemie*, 95, 273–281. doi: 10.1002/ange.19830950404
- Keilin, D. (1925). On cytochrome, a Respiratory Pigment, Common to Animals, Yeast, and Higher Plants. *Proceedings of the Royal Society*, 235(3), 845–852.
- Keilin, D. (1928). Cytochrome and respiratory enzymes. *Proceedings of the Royal Society*, 206–252.
- Kohler, R. E. (1973a). The background to Otto Warburg's conception of the Atmungsferment. *Journal of the History of Biology*, 6(2), 171–192. <https://doi.org/10.1007/BF00127607>
- Kohler, R. E. (1973b). The enzyme theory and the origin of biochemistry. *Isis; an international review devoted to the history of science and its cultural influences*, 64(222), 181–196.
- Kühne, W. (1877). Über das verhalten verschiedener organisirter und sog.ungeformter fermente, verhandlungen des heidelb. Naturhist. Med. Vereins, *Neue Folge*, 1(3), 190–193.
- Mitchell, P. (1961). Coupling of phosphorylation to electron and hydrogen transfer by a chemiosmotic type of mechanism. *Nature*, 191(4784), 144–148.
- Mitchell, P. (1979). Keilin's respiratory chain concept and its chemiosmotic consequences. *Science*, 206 (4423), 1148–1159. doi: 10.1126/science.388618
- Nelson, D. L., y Cox, M. M. (2017). *Lehninger, principles of biochemistry* (7.a ed.). New York, USA: W. H. Freeman and Company.
- Palmer, G., y Reedijk, J. (1991). Nomenclature committee of the international union of biochemistry (nc-iub). Nomenclature of electron-transfer proteins. *Biochimica et biophysica acta: International journal of biochemistry and biophysics*.
- Pérgola, M. (2021). *Estudio didáctico epistemológico sobre la enseñanza y el aprendizaje de aspectos redox de la respiración celular*. Tesis doctoral (no publicada).
- Warburg, O. (1925). Über eisen, den sauerstoff-übertragenden bestandteil des atmungsferments. *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft (A and B Series)*, 58(6), 1001–1011.
- Werner, P. (1997). Learning from an Adversary? Warburg against Wieland. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 28(1), 173–196. doi: 10.2307/27757790



LA LEY Y EL ORDEN: SOBRE DOS SORPRENDENTES (¡Y EXTENDIDOS!) ERRORES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Valeria Edelsztein¹, Claudio Cormick²

¹CEFIEC-UBA/CONICET, CABA, Argentina

²IIF-SADAF/CONICET, CABA, Argentina

valecaroedel@yahoo.com , ccormick@filo.uba.ar

Resumen

No parece especialmente audaz decir que un objetivo de la educación científica es lograr que el estudiantado pueda entender distintos fenómenos del mundo en su mutua relación. Esto equivale, a grandes rasgos, a promover el conocimiento de las *explicaciones* científicas, que suponen recurrir a relaciones regulares entre ciertos fenómenos y que, ciertamente, es diferente del conocimiento de tal o cual tipo de suceso tomado de forma aislada. En este texto, llamaremos la atención sobre dos tendencias contrapuestas que, sin embargo, tienden hacia el resultado común de obstaculizar la realización de tal objetivo. Por un lado, encontramos caracterizaciones de la explicación científica que la asimilan a la *argumentación* y, por tanto, pierden de vista aquello que específicamente hace *explicativas* a las explicaciones; esto es, piden *demasiado poco* de una explicación científica. Por otro lado, aquellas que consideran que casos paradigmáticos de explicación científica –como las que se logran subsumiendo fenómenos como las mareas a las leyes de Newton– no constituyen realmente explicaciones sino meramente descripciones; se trata aquí de pedir *demasiado* de una explicación. Señalaremos, en consecuencia, que una mayor atención a las elaboraciones provistas por la filosofía de la ciencia alrededor de la noción de explicación resulta crucial para servir mejor los propósitos educativos.

Palabras clave: ley científica; explicación; argumentación; epistemología; ciencia escolar

Abstract

It does not seem particularly daring to say that one objective of science education is to enable students to understand different phenomena in the world in their mutual relationship. This is roughly equivalent to promoting knowledge of the scientific explanations, which involve resorting to regular relationships between certain phenomena and which, certainly, is different from knowledge of this or that type of event taken in isolation. In this text, we will draw attention to two opposing tendencies that, however, tend towards the common result of hindering the achievement of such an objective. On the one hand, we find characterizations of scientific explanation that assimilate it to argumentation and, therefore, lose sight of what specifically makes explanations explanatory; that is, they ask too little of a scientific explanation. On the other hand, those that consider paradigmatic cases of scientific explanation –such as those achieved by subsuming phenomena such as tides to Newton's laws– do not really constitute explanations but merely descriptions; it is about asking too much of an explanation here. We will therefore point out that a Greater attention to the elaborations provided by the philosophy of science around the notion of explanation is crucial to better serve educational purposes.

Keywords: scientific law; Explanation; argumentation; epistemology; school science

1. ESQUEMA DE ESTE TRABAJO

- Un objetivo de la enseñanza científica es, como señalaremos en la sección 2, que el estudiantado llegue a conocer los fenómenos de la naturaleza en su conexión mutua. Esto, señalaremos, se solapa con la preocupación por lograr que conozca la *explicación* de ciertos fenómenos a partir de su vinculación con otros fenómenos similares.
- Ahora bien, según argumentaremos, la cuestión de la explicación científica ha recibido en la bibliografía sobre enseñanza de la ciencia dos tratamientos notablemente contrapuestos, pero igualmente problemáticos. *Por un lado*, como veremos en la sección 3, encontramos la tendencia a, por así decirlo, “bajarles el precio” a las explicaciones científicas, reconociendo como presuntamente explicativo a cualquier trozo de lenguaje que responda a las características de un *argumento*.

- Por otro lado, sin embargo –y como veremos en la sección 4–, encontramos una tendencia conducente en la dirección contraria: la de implícitamente *eleva* los requisitos de una explicación científica, a tal punto que la subsunción bajo leyes como las de Newton o de Mendel no contaría como una *explicación* de fenómenos en física o en biología. Esta tendencia, argumentaremos, no solo no tiene buenas bases epistemológicas, sino que conduce a dejar la noción de explicación científica sin aplicación.

2. ¿QUÉ “COMPRESIÓN” CIENTÍFICA ESPERAMOS DEL ESTUDIANTADO?

En este trabajo, queremos argumentar que una serie de tratamientos del problema de la explicación que encontramos en la literatura sobre enseñanza de las ciencias redundan en perder de vista aspectos de la explicación científica que resultan relevantes desde la perspectiva de ciertos objetivos pedagógicos. Quisiéramos entonces partir de una premisa no demasiado polémica, no muy “cargada”, acerca de estos objetivos. En esta línea, resulta pertinente el pasaje del Diseño Curricular para el segundo ciclo de la Escuela Primaria de la ciudad de Buenos Aires que señala la necesidad de “avanzar en la comprensión de que los hechos y los fenómenos de la naturaleza no ocurren aisladamente. Preguntas tales como ‘¿qué sucede si...?’ o ‘¿qué sucede mientras?’ pueden orientar acerca del tipo de aproximación esperada” (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2004, p. 193). Estos lineamientos indican, entonces, que es deseable que el estudiantado pueda establecer relaciones del tipo “si... entonces...” y que esta es una forma de no comprender “aisladamente”, sino en su interconexión, una serie de fenómenos de la naturaleza. Veamos algunas consecuencias de este objetivo.

3. “BAJÁNDOLE EL PRECIO” A LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA (O: “EL PRIMER PROBLEMA”)

3.1. Por qué el objetivo pedagógico de comprender *explicaciones* no es reductible al de entender *argumentos*

Antes de entrar en mayores detalles, remarquemos que el requisito de poder ver las conexiones entre fenómenos de la naturaleza implica que *hay* una diferencia pedagógicamente importante entre simplemente constatar que el fuego de una vela se apaga rápidamente tras tapparla con un vaso y el poder relacionar este fenómeno con otros que describen la composición del aire o la naturaleza de la combustión como un proceso químico particular. Incluso si prescindiéramos de *llamar* “explicación” a por lo menos algunos casos de la operación que consiste en esta puesta en relación –en última instancia, lo que nos interesa no son los *nombres* que estipulativamente les pongamos a una cosa, sino qué asociamos a ellos–, lo importante es que se trata de identificar relaciones dentro de la naturaleza. Y esto ya debería bastar –en una de las dos direcciones a las que apunta nuestra crítica– para cuestionar los abordajes que tienden a perder de vista la especificidad de lo que tradicionalmente se ha llamado *explicación* científica dentro de lo que tradicionalmente se ha llamado *argumentación*.

En efecto, señalar –como lo hacen algunos materiales didácticos canónicos en el contexto estadounidense– que la explicación científica se reduce a la tríada de una afirmación, un trozo de evidencia que la sostiene y la explicitación de la forma en que esta última sirve de aval para aquella (College Board, 2009; una asimilación similar puede encontrarse en McNeill & Krajcik, 2007; y, con más matices, en Berland & McNeill, 2012), implica perder de vista que, naturalmente, no siempre que justifiquemos una afirmación –a diferencia de lo que hacemos cuando *explicamos* un fenómeno– estaremos poniendo en juego, al menos de un modo interesante, la relación entre distintos fenómenos de la naturaleza. Nadie pensaría que limitarnos a *justificar* el enunciado “La vela se apagó” –lo cual puede consistir simplemente en decir “lo sé porque *lo vi*”– implica establecer una vinculación con otros fenómenos naturales. Lo que resultó importante para el desarrollo de la química no es que los seres humanos tuviéramos una buena *justificación* para afirmar que las velas se apagan en estas circunstancias, sino que pudiéramos –gracias a contribuciones como las de Lavoisier– vincular este tipo de fenómenos con el de la respiración de los animales, o el del incremento de peso de algunos materiales tras la combustión. Lo cual es, en otras palabras, decir que todos estos fenómenos se *explican* a partir del rol del oxígeno en una serie de reacciones químicas y, más en general, a partir de la ley de la conservación de la materia. La idea puede repetirse:

justificar el enunciado observacional “Marte exhibe, visto desde la Tierra, un movimiento retrógrado”, es

ciertamente muy diferente que *explicar* este movimiento por medio de las leyes de Kepler, las cuales permiten vincular este fenómeno con muchos otros, integrarlo en una visión más amplia sobre el Sistema Solar. Y así sucesivamente¹.

3.2. Un contraejemplo y un análisis en contrario... y por qué no funcionan

Desde ya, es posible presentar ejemplos que –en la dirección contraria del que acabamos de proponer– induzcan a asimilar explicación y argumentación y sugieran, en consecuencia, que describir la primera en términos de la segunda no implica una pérdida. Berland y McNeill (Berland & McNeill, 2012, p. 809) citan la explicación, elaborada por ciertos estudiantes, de por qué algunas aves sobrevivieron a una sequía, señalando que lo lograron *porque* ellas se alimentaban de una de las plantas que, a su vez, habían sobrevivido, mientras que las aves que se alimentaban de otras plantas sucumbieron al evento. El mismo pasaje, señalan las autoras, es una explicación y un argumento, puesto que los estudiantes en cuestión ofrecieron una explicación y *pasaron a justificarla*; no se limitaron a ofrecerla, sino que buscaron apoyarla en evidencias. En cambio, continúan, lo que podría resultar de subrayar la diferencia entre estos dos tipos de tarea sería que el estudiantado *por un lado* construyera explicaciones y *por otro lado* pensara cómo defenderlas, desarticulando así dos tareas que en realidad se integran armónicamente (Berland & McNeill, 2012, p. 810).

Sin embargo, este análisis es engañoso. Del hecho de que, según las autoras, sea deseable que los estudiantes no solo conozcan explicaciones, sino que también puedan formularlas y, al formularlas, puedan *defenderlas* no se sigue, en absoluto, que no se deba distinguir entre una explicación y la clase específica de argumento que puede ofrecerse para defenderla. *Exactamente al contrario*, para poder ofrecer una buena defensa argumental de una explicación, para poder decir que ella es una explicación *satisfactoria*, necesitamos conocer las condiciones que la volverían tal. Decir “esta explicación es buena *porque nos muestra un recorrido causal que desemboca en la supervivencia de las aves*” es una justificación aceptable, pero decir “esta explicación es buena porque a mí me gusta” no lo es. Ofrecer una justificación de la explicación es evidentemente algo distinto de ofrecer la explicación misma; pueden realizarse ambas tareas simultáneamente, pero eso no las vuelve la misma. En todo caso, la situación que hemos descrito hasta este punto es una que recibió atención en la bibliografía especializada (J. F. Osborne & Patterson, 2011; J. Osborne & Patterson, 2012; Brigandt, 2016; Marinho del Corso, 2017). Más problemático es el caso del problema opuesto: el de los textos en los que se eleva tanto la “vara” de lo que contaría como genuina explicación científica que nada, ni siquiera casos paradigmáticos como las leyes de Newton, parece estar a la altura. Pasemos ahora a analizar estos casos.

4. EL PROBLEMA OPUESTO: ELEVANDO LA VARA DE LAS EXPLICACIONES ACEPTABLES

Si en la sección anterior nos enfocamos en las tendencias que despojaban a la noción de explicación de poder discriminativo, puesto que equiparaban las explicaciones con los argumentos –en otras palabras, tendencias a que *demasiado* caiga bajo el concepto de explicación– ahora veremos los textos siguiendo a los cuales, a la inversa, el riesgo es que *nada* caiga bajo ese concepto, y en consecuencia carezcamos de una noción de explicación que sea pedagógicamente utilizable, aplicable.

4.1. Algunos casos en la literatura

Algunas de las definiciones que hemos encontrado en materiales de educación científica o afines son:

- “Una hipótesis *predice* un evento. Una teoría lo *explica*. Una ley lo *describe*” (Tocci & Viehland, 1996, p. 20). Las leyes, pues, no tendrían aparentemente capacidad explicativa, sino únicamente descriptiva.
- “[L]as leyes científicas *describen* el comportamiento (el ‘qué’) de la naturaleza, pero no proporcionan

¹ Trudy Govier, por su parte, defiende la necesidad de distinguir entre explicaciones y argumentos poniendo el énfasis en la especificidad no de aquellas sino de estos últimos: una demanda de *justificar* un enunciado, de dar nuestras razones por las que creemos que es verdadero, ciertamente no es lo mismo que un pedido de *explicar* el fenómeno descrito por el enunciado, o de explicar el hecho mismo de que hayamos llegado a creerlo (Govier, 1987/2018, pp. 265–268). Su distinción entre explicaciones y argumentos es, a su vez, citada aprobatoriamente por Nussbaum et al. (2012, p. 18).

explicaciones" (Hunt, 1996, p. 399; subrayado nuestro).

- "Ley: una generalización *descriptiva* sobre cómo cierto aspecto del mundo natural se comporta bajo circunstancias establecidas" (National Academy of Sciences (U.S.), 1998; subrayado nuestro).
- "[Las leyes son] enunciados sobre una relación entre fenómenos"; "[una teoría] *explica* un cuerpo de hechos y/o las leyes que están basadas en ellos" (Chang & Overby, 2022, p. 4). Si bien aquí no se afirma *explícitamente* que las leyes no explican, se las presenta en contraste con aquello que sí cumpliría ese rol.
- "[U]na ley es *descriptiva, no explicativa* y se aplica a un conjunto bien definido de fenómenos, por lo que no puede tomarse como una verdad absoluta" (Mondragón Martínez et al., 2010, p. 11; subrayado nuestro).
- "[Las leyes son] descripciones –a menudo descripciones matemáticas– de fenómenos naturales. Por ejemplo, la ley de la gravedad de Newton, o la ley de la distribución independiente de Mendel". "[La ley de Newton] no explica cómo funciona la gravedad, o qué es. De manera similar, la ley de la distribución independiente de Mendel describe cómo ciertos rasgos son legados desde los padres a la descendencia, no cómo ni por qué esto pasa" (Bradford, 2022. Bradford cita aquí a Peter Copping).

Subrayemos una vez más lo que encontramos aquí: estos textos nos están diciendo que, a menos que las leyes científicas lleguen a ser complementadas por algo más, ellas *no nos sirven para explicar el mundo*. Ninguno, de estos materiales, brinda referencias bibliográficas que permitan rastrear el origen o los fundamentos de esta caracterización. En cambio, un notablemente influyente artículo de William McComas (McComas, 1998) –que, al momento de la escritura de este trabajo, había sido citado 813 veces– sí nos ofrece la posibilidad de reconstruir un camino que habría llevado a presentar las leyes de esta manera. Veamos el pasaje relevante, digno de ser citado *in extenso*:

Las leyes son generalizaciones [...] y las teorías son las explicaciones de esas generalizaciones. Dunbar aborda la distinción [...] llamando a las leyes "ciencia de libro de recetas" [*cookbook science*] y a las explicaciones "ciencia teórica". Llama "de libro de recetas" [al] tipo de ciencia practicado por los pueblos tradicionales, porque aquellos que aplican las reglas luego de observar los patrones en la naturaleza *no comprenden por qué la naturaleza opera del modo en que lo hace. Las reglas funcionan y eso es suficiente.* / Incluso en contextos más sofisticados, se practica [...] la ciencia como libro de recetas. *Por ejemplo, Newton describió la relación de la masa y la distancia con la atracción gravitatoria [...] con tanta precisión que podemos usar la ley de la gravedad para planear viajes espaciales.* [...] El problema [...] con respecto a la gravedad *es la explicación de por qué la ley opera como lo hace.* En este punto, no hay ninguna teoría de la gravedad bien aceptada. Algunos físicos sugieren que las ondas gravitatorias son la explicación correcta [...]. Interesantemente, Newton abordó la distinción entre ley y teoría con respecto a la gravedad. Aunque había descubierto la ley de la gravedad, se abstuvo de especular sobre su causa (McComas, 1998, pp. 54–55. Subrayado nuestro; McComas cita en este punto, entre otros, a Campbell, 1921; y a Dunbar, 1996; McComas vuelve a degradar el rol explicativo de la ley de la gravedad en casi idénticos términos en McComas, 2014, p. 58).

4.2. Sobre propuestas epistemológicas acerca de leyes y explicaciones. Por qué el modelo causal de la explicación científica no avala la degradación de las leyes

Ahora bien, ¿qué motivo podríamos tener para considerar que leyes como las de Newton solo nos proporcionan una ciencia menor, "de libro de recetas"? Disipemos ante todo un posible malentendido: si bien se han formulado, en epistemología, objeciones que *en apariencia* irían en la dirección de esta degradación del poder explicativo de leyes como las de Newton, una mirada desde más cerca nos muestra que este no es el caso. Ante todo, algunas observaciones básicas sobre el tratamiento epistemológico de la explicación.

El llamado *modelo de cobertura legal* de la explicación científica, propuesto por Hempel y Oppenheim (1948), señala que explicar determinado fenómeno es mostrar cómo este fenómeno queda "cubierto" por una ley, es decir, incluido bajo el alcance de ella. De acuerdo con esta propuesta, tal subsunción bajo leyes es *explicativa* de un fenómeno porque tales leyes, en conjunción con ciertos enunciados que describen circunstancias particulares, muestran que el fenómeno en cuestión era *inevitable*, o al menos *muy probable*; muestran "que su ocurrencia era esperable, dadas las leyes especificadas y las circunstancias particulares pertinentes" (Hempel, 1966, p. 50). El hecho de que el radiador de un auto haya reventado queda explicado si consideramos la ley

general que nos dice que el agua, al congelarse, se dilata, e información particular que nos dice que la temperatura del auto disminuyó por debajo del punto de congelación del agua (Hempel, 1965, p. 232). Con esta información, piensa Hempel, el hecho de que el radiador haya reventado deja de ser misterioso, sorprendente; no hay nada más que explicar.

Sin embargo, si bien el modelo hempeliano resultó sumamente influyente en la filosofía de la ciencia, se han formulado objeciones importantes a la idea de que sea *suficiente* mostrar que un fenómeno queda abarcado por una ley general para que esté realmente explicado; según estas objeciones, solo cierto tipo de leyes, las leyes *causales*, harían realmente el trabajo explicativo. Si decimos –como lo hicieron Levin y Levin– que un mástil arroja una sombra de tres pies de largo, cuyo final está a cinco pies del punto más alto del mástil, sabemos, a partir de estos dos datos, más la clase de “ley” que es el teorema de Pitágoras (que equipara la suma de los cuadrados de los catetos con el cuadrado de la hipotenusa), que la altura del mástil es –de hecho, que *seguramente* es– de cuatro pies; sin embargo, no diríamos que quedó explicado *por qué* tiene esa altura (Levin & Levin, 1977, p. 293). Por otra vía, Georg von Wright había argumentado que una “explicación” del tipo “Este ave es negra *porque* es un cuervo, y *todos los cuervos son negros*” efectivamente encaja en el modelo hempeliano, puesto que, una vez más, a la luz de una ley general sobre la negrura de los cuervos, es esperable que este cuervo particular sea negro también. No obstante, una vez más, ese color no quedaría explicado, y –agrega el autor– no lo está *porque no se nos está hablando sobre las causas* de que los cuervos llegaran a ser negros (von Wright, 1971). En esta línea, el principal modelo alternativo al de Hempel y Oppenheim es el modelo *causal* sobre la explicación científica, defendido por autores como Scriven y Salmon (Scriven, 1975; Salmon, 1978).

Se podría pensar entonces que lo que sustenta observaciones como las de McComas es la preocupación general por la existencia de posibles pseudoexplicaciones que no cuenten una historia causal. Sin embargo, cuando Salmon hace un señalamiento –similar al que McComas ofrece sobre la “ciencia de libro de recetas”– acerca de cómo los marineros podían correlacionar las mareas con las fases de la Luna, sin tener sin embargo la menor noción de los mecanismos causales involucrados, menciona la figura de Newton para señalar, *precisamente en la dirección contraria a McComas*, que Newton *sí* nos proporcionó un mecanismo causal (Salmon, 1978, p. 687); las leyes de Newton, podemos agregar, *explican* de qué forma la Luna, dada su masa y distancia a la Tierra, genera, mediante su atracción gravitatoria, el fenómeno de las mareas. Esto es: lo que el modelo causal de la explicación científica nos dice contra el modelo de cobertura legal es que *no todas* las leyes son explicativas, pero esto es ciertamente *muy distinto* que afirmar que *ninguna* ley es explicativa. De hecho, la distinción entre leyes causales y no-causales es totalmente crucial para el argumento de Salmon, mientras que la tesis que afirma que las leyes son descriptivas y no explicativas no hace en absoluto referencia a esta distinción. En rigor, aquello de lo que *sí* habla el pasaje de McComas que hemos citado es otra cosa. McComas está diciendo que, en ausencia de una explicación *de* la ley de la gravedad, no podemos tener una explicación *gracias a* la ley de la gravedad; esto es, la ley no podría ser *ella misma* explicativa, más allá de la cuestión de si ella es *objeto* de una explicación ulterior. Esto *tiene* que estar mal: que un cierto fenómeno A pueda ser explicado por medio de una ley B es algo totalmente diferente de la cuestión de si esta ley, B, puede a su vez ser explicada por algún elemento teórico adicional C. McComas no da ningún argumento en absoluto para justificar por qué la relación entre A y B no podría ser de explicación en ausencia de una explicación de B. Pero, peor aún, si esta exigencia estuviera justificada, nos enfrentaría a una regresión al infinito, que implicaría, como adelantamos, que *nada* puede contar como una explicación científica y que en consecuencia el concepto simplemente carece de aplicación: si los fenómenos gravitatorios, como las mareas, solo llegan a explicarse en la medida en que la ley de la gravedad esté ella misma explicada por –en su ejemplo– las ondas gravitatorias, ¿por qué detenernos allí? ¿Por qué no preguntarnos cuál es la explicación de que tales ondas existan, y funcionen al modo en que lo hacen?

5. A MODO DE CIERRE

Pasemos en limpio las consecuencias pedagógicas de todo esto.

Por un lado, perder de vista la especificidad de la *explicación* científica, y de los criterios para evaluar explicaciones, bajo el problema general de la *argumentación* en ciencia tiende a socavar el objetivo mismo que

se dice defender. En concreto, no es posible ofrecer buenos argumentos en defensa de explicaciones científicas si se desconocen cuáles son las características que harían aceptables a aquellas.

Por otro lado, la clase específica de distinción entre “descripción” y “explicación” que se seguiría de un criterio como el de McComas no sirve, desde una perspectiva educativa, para distinguir entre dos objetivos que la ciencia puede lograr y que la enseñanza de la ciencia puede reflejar; se convierte, más bien, en una distinción entre una categoría que omite distinciones clave –entre la descripción de fenómenos aislados y su puesta en relación por medio de leyes– y otra que simplemente no puede incluir nada.

En virtud de todo esto, consideramos que sería provechoso, para quienes integramos la comunidad de didactas y educadores, recordar las contribuciones que la filosofía de la ciencia ha hecho a propósito de la cuestión de la explicación científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A.-P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835–855. <https://doi.org/10.1002/tea.20226>
- Berland, L. K., & McNeill, K. L. (2012). For whom is argument and explanation a necessary distinction? A response to Osborne and Patterson: Is Argument and Explanation a Necessary Distinction? *Science Education*, 96(5), 808–813. <https://doi.org/10.1002/sce.21000>
- Bradford, A. (2022, January 17). *What Is a Law in Science?* Livescience.Com. <https://www.livescience.com/21457-what-is-a-law-in-science-definition-of-scientific-law.html>
- Brigandt, I. (2016). Why the Difference Between Explanation and Argument Matters to Science Education. *Science & Education*, 25(3–4), 251–275. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9826-6>
- Campbell, N. (1921). *What is science?*
- Chang, R., & Overby, J. (2022). *Chemistry* (14th ed.). College Board. (2009). *College Based Science Standards*.
- Dunbar, R. I. M. (Robin I. M. (1996). *The trouble with science*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. (2004). *Diseño Curricular para la Escuela Primaria. Segundo ciclo de la Escuela Primaria/Educación General Básica*. 424.
- Govier, T. (2018). *Problems in Argument Analysis and Evaluation*. University of Windsor. (Original work published 1987)
- Hempel, C. G. (1965). *Aspects of scientific explanation, and other essays in the philosophy of science*. Free Press, Collier-Macmillan.
- Hempel, C. G. (1966). *Philosophy of Natural Science*. Prentice-Hall.
- Hempel, C. G., & Oppenheim, P. (1948). Studies in the Logic of Explanation. *Philosophy of Science*, 15(2), 135–175. <https://doi.org/10.1086/286983>
- Hunt, K. (1996). *Chemcom: Chemistry in the Community* (3rd ed.). Kendall Hunt Pub Co.
- Levin, M. E., & Levin, M. R. (1977). Flagpoles, shadows and deductive explanation. *Philosophical Studies*, 32(3), 293–299. <https://doi.org/10.1007/BF00354140>
- Marinho del Corso, T. (2017). Uma proposta de metodologia para diferenciar argumentos e explicações. *Enseñanza de Las Ciencias, Extra*, 4617–4622.
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In *The nature of science in science education* (pp. 53–70). Springer.
- McComas, W. F. (Ed.). (2014). *The language of science education: An expanded glossary of key terms and concepts in science teaching and learning*. Sense Publishers.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In *Thinking with data* (pp. 233–265). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Mondragón Martínez, C. H., Peña Gómez, L. Y., Sánchez de Escobar, M., Arbeláez Escalante, F., & González Gutiérrez, D. (2010). *Hipertexto. Química 1*. Santillana.
- National Academy of Sciences (U.S.) (Ed.). (1998). *Teaching about evolution and the nature of science*. National



Academy Press.

- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M., & Owens, M. C. (2012). The Two Faces of Scientific Argumentation: Applications to Global Climate Change. In M. S. Khine (Ed.), *Perspectives on Scientific Argumentation*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-2470-9>
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction?: Scientific Argument And Explanation. *Science Education*, 95(4), 627–638. <https://doi.org/10.1002/sce.20438>
- Osborne, J., & Patterson, A. (2012). Authors' response to "For whom is argument and explanation a necessary distinction? A response to Osborne and Patterson" by Berland and McNeill. *Science Education*, 96(5), 814–817. <https://doi.org/10.1002/sce.21034>
- Salmon, W. C. (1978). Why Ask, "Why?"? An Inquiry concerning Scientific Explanation. *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association*, 51(6), 683. <https://doi.org/10.2307/3129654>
- Scriven, M. (1975). *Causation as Explanation*. 15.
- Tocci, S., & Viehland, C. (1996). *Holt chemistry: Visualizing matter*. Austin, [Tex.] : Holt, Rinehart and Winston.
- von Wright, G. H. (1971). *Explanation and Understanding*. Routledge & Kegan Paul.

IMÁGENES SOBRE LA QUÍMICA QUE POSEEN ESTUDIANTES PRIVADOS DE LIBERTAD

Carina Fornal¹, Germán Sánchez²

¹Universidad Nacional del Chaco Austral, Roque Saenz Peña, Argentina.

²Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
cfornal@uncaus.edu.ar , gsanchez@fcb.unl.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presentan resultados de una investigación que buscó caracterizar las representaciones sociales sobre química que poseían estudiantes privados de libertad que se encontraban cursando sus estudios secundarios en una unidad penitenciaria de la ciudad de Santa Fe, Argentina. En particular, se indagó sobre el campo de representación a través de una técnica gráfica y se ampliaron las respuestas e interpretaciones a través de una entrevista semiestructurada. Se observó que los estudiantes tienen una idea sobre la química relacionada a sus actividades laborales y experiencias educativas previas. Se espera poder utilizar los resultados aquí presentados para (re)pensar propuestas didácticas en contexto que favorezcan el aprendizaje de la química.

Palabras clave: Contexto de encierro; Representaciones Sociales; Secundaria; Química en contexto.

Abstract

This paper presents the results of an investigation that sought to characterize the social representations about chemistry that had students deprived of their liberty who were studying their secondary studies in a penitentiary unit of the city of Santa Fe, Argentina. In particular, it was inquired about the field of representation to through a graphic technique and the answers and interpretations were expanded through a semi-structured interview. It was shown that students have an idea about chemistry related to their work activities and previous educational experiences. It is expected to be able to use the results presented here to (re)think didactic proposals in context that favors the learning of chemistry.

Keywords: Context of confinement; Social Representations; secondary; Chemistry in context.

1. INTRODUCCIÓN

Las Naciones Unidas a través de su agenda 2030 presentaron un conjunto de Objetivos de Desarrollo Sostenible que sirven de camino para el desarrollo de la humanidad hacia un mundo más justo y sostenible. Este trabajo busca abonar a la concreción del ODS N°4 "Garantizar una educación de calidad y promover oportunidades de aprendizaje para todas y todos" (Naciones Unidas, 2016). Se presentan resultados de una investigación realizada en contexto de encierro que busca caracterizar cuál es el contenido de la representación social sobre Química que tienen estudiantes privados de su libertad. Las Representaciones Sociales (RS) (Moscovici, 1986) permiten esclarecer las ideas que poseen los estudiantes sobre la ciencia y sus condiciones de elaboración. En particular, su estudio posibilita a las y los profesores diseñar estrategias didácticas que tengan presente al sujeto de aprendizaje y su contexto, así como también invitan a la reflexión sobre la práctica docente.

El estudio de las representaciones sociales y su indagación en diferentes contextos educativos han permitido lograr un acercamiento a la elaboración que poseen estudiantes de diferentes contextos sobre diversas temáticas. Investigadoras e investigadores educativo comparten que las RS contribuyen y median el desarrollo de las prácticas educativas (Mireles, 2012; Gutierrez y Dunia, 2008; Arbesú, Gutiérrez y Piña, 2008). Es de destacar que si bien se ha estudiado las RS educativas en contexto de encierro (Correa y Acín, 2012), no han sido relevadas las correspondientes al campo de educación de la química.

Esta investigación emplea las recomendaciones de Cuevas (2016) para el estudio de las RS en educación, quien divide su análisis en cuatro ejes: Condiciones de producción, Campo de información, Campo de representación y Campo de actitud. En este trabajo se busca completar los resultados publicados previamente por el equipo de trabajo (Fornal y Sánchez, 2022) abonando a la caracterización sobre el contenido de la representación sobre Química, comprender su construcción respecto a la educación y en vinculación con lo cultural, social e histórico. En función de ello, se puede mencionar que se consideró el estudio de las condiciones de producción de las RSQ, los estudiantes participantes pertenecían en su mayoría a la generación millenials y los trabajos dónde se desempeñaron fueron en el rubro de la construcción y oficios afines, el comercio, gastronomía y trabajos rurales. Vivieron en diferentes lugares de la provincia y en barrios periféricos de la ciudad de Santa Fe. En cuanto al campo de información, los estudiantes mencionaron a las instituciones educativas formales como los espacios en los que habían tenido contacto por primera vez con el término Química. Luego, a lo largo de la vida, la televisión (programas de información, documentales y programas de divulgación científica) fue el canal de comunicación más mencionado (Fornal y Sánchez, 2022).

2. OBJETIVO

Caracterizar el campo de representación de las representaciones sociales que tienen sobre Química estudiantes privados de libertad que asisten a una escuela secundaria en una Unidad Penitenciaria de la ciudad de Santa Fe, Argentina.

3. METODOLOGÍA

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 la ciudad de Santa Fe, Argentina. En particular, se buscó caracterizar el campo de representación de esas RSQ a través de un cuestionario de respuesta abierta (que incluía una técnica gráfica) y una entrevista semiestructurada para profundizar en las respuestas (Tabla 1).

TABLA I. Tarea realizada por los estudiantes.

Ejes de análisis	Preguntas
<i>Campo de representación</i>	1) Dibuja la primera imagen que se te viene a la mente cuando te mencionan la palabra Química. 2) Explicar brevemente el dibujo que se realizó en el inciso anterior.

Los datos obtenidos fueron analizados con herramientas de la Teoría Fundamentada (Glaser y Strauss, 1967). 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.

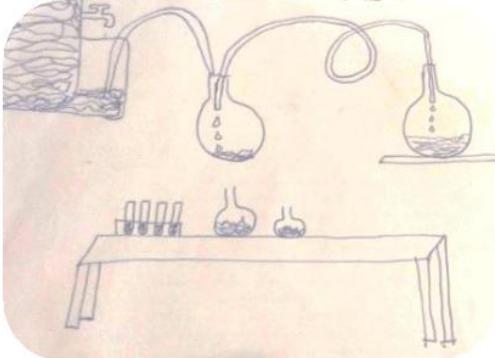
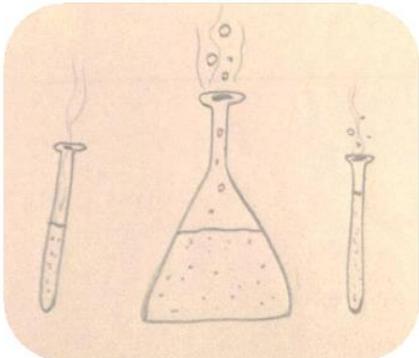
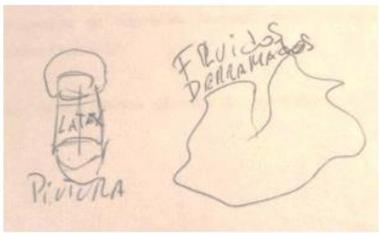
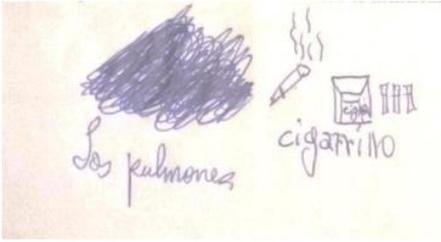
4. RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan los datos obtenidos en el eje de análisis *Campo de Representación*. Las imágenes realizadas por los estudiantes fueron categorizadas en función de los siguientes criterios:

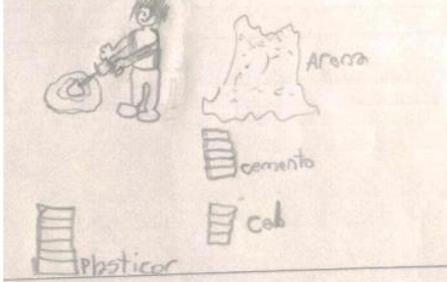
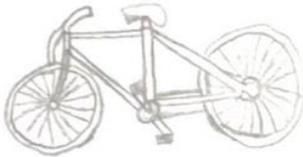
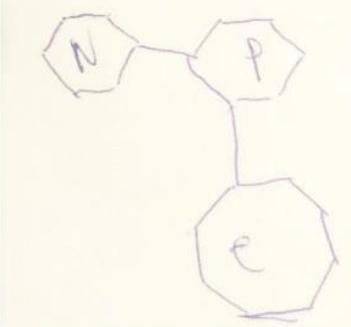
- Química experimental: Presencia en el dibujo de fenómenos fisicoquímicos (burbujas, vapor, humo, entre otros) y elementos asociados a un laboratorio como ser, mangueras, mesadas, frascos, tubos de ensayo, líquidos, medicamentos (en cajas o comprimidos), entre otros.
- Química cotidiana: Presencia en el dibujo de contexto y elementos asociados a situaciones laborales o de la vida cotidiana en general.
- Química disciplinar: Presencia de elementos asociados a conceptos teóricos de la disciplina Química.

- Presencia de persona: Presencia de ellos mismos o de otras personas en el dibujo.
- Ausencia de persona: Ausencia de ellos mismos o de otras personas en el dibujo.

TABLA II. Imágenes de los dibujos sobre Química, realizados por los estudiantes. Las leyendas de las figuras, corresponden a las descripciones textuales de los estudiantes sobre sus dibujos.

Categorías emergentes de los dibujos obtenidos	Algunos dibujos realizados en respuesta a la consigna: Dibuja la primera imagen que se te viene a la mente cuando te mencionan la palabra Química.	
Química Experimental	 <p>FIGURA 1. Fue lo que relacioné con la Química en el momento y lo volqué en ese dibujo.</p> <p>FIGURA 2. Dibujé los elementos que utilizábamos en la materia de química en la escuela. Donde íbamos a un laboratorio y hacíamos experimentos.</p>	 <p>FIGURA 3. Esa cajita en el dibujo tiene una M de medicamento. Más que nada creo que está relacionado con eso y con experimentos. Es lo que vi que he visto por TV cuando hacían experimentos</p>
Química Cotidiana	 <p>FIGURA 6. El esmalte sintético tiene que ver con la química. Derrame de fluidos.</p>	 <p>FIGURA 7. El cigarrillo está echo por componentes químicos</p>

(La TABLA II continúa en la siguiente página)

Categorías emergentes de los dibujos obtenidos	Algunos dibujos realizados en respuesta a la consigna: Dibuja la primera imagen que se te viene a la mente cuando te mencionan la palabra Química.	
	 <p data-bbox="395 730 847 786">FIGURA 8. Humano trabajando asiendo mescla para su trabajo.</p>	 <p data-bbox="906 658 1369 741">FIGURA 9. La bicicleta: porque siento que se mueve a través de la energia y adrenalina y eso genera química.</p>
Química Disciplinar	 <p data-bbox="635 1133 1118 1160">FIGURA 10. Es un neutron un proton y un electron</p>	
Presencia de persona	FIGURA 8.	
Ausencia de persona	FIGURA 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 y 10.	

Analizando las representaciones en los dibujos de la categoría “Química Experimental”, se observó que corresponden a la imagen estereotipada de la Química difundida por los medios masivos de comunicación. Estas representaciones, son compartidas con las otras ciencias y señalan el quehacer de la química como una ciencia experimental. En este sentido, la química no sólo domina la imagen pública de las ciencias, sino que también establece su estrecha y conservadora representación popular (Schummer, 2007).

Chamizo (2011) concluye que la imagen pública de la química, que durante la primera revolución química se manifestó en la Enciclopedia de la Ilustración Francesa, es la que sigue siendo vigente hoy en día. Fue apropiada y reproducida de manera sistemática por los medios masivos de comunicación (cine, televisión, internet, entre otros) configurando el estereotipo sobre Química que poseen los estudiantes participantes. La imagen obtenida se presenta como un obstáculo para el aprendizaje de la Química por parte de los estudiantes del sistema penitenciario, porque resulta ajena a su vida cotidiana. Refiere a una actividad que se realiza en un espacio específico llamado laboratorio y no guarda relación con la realidad que él vive diariamente. Lo cual también se ve reflejado en la ausencia de ellos mismos y de otras personas en sus dibujos. Los dibujos correspondientes a la categoría “Química cotidiana” están vinculados al ambiente laboral de los participantes y actividades cotidianas en general. El dibujo en el que aparece una lata de pintura látex, está elaborado por un estudiante que fuera del sistema penitenciario era oficial especializado de pintor de obra y hogar y se desempeñaba laboralmente en dicho rubro. Por otro lado, el dibujo en el que se observa una persona preparando mezcla para pegar ladrillos y a su alrededor los componentes necesarios para elaborar la mezcla, está realizado por un estudiante que se dedicaba a la albañilería y trabajaba en la construcción. Allí, se pone en evidencia la vinculación entre la representación Química del estudiante y su contexto laboral. En ambos casos los dibujos tienen que ver con las actividades y materiales utilizados en sus ambientes de

trabajo y de los cuales saben que están “hecho de químicos” según sus propias expresiones.

En la misma categoría encontramos también dibujos tales como, cigarrillos y pulmones llenos de humo y en el otro, una bicicleta. Ambos dibujos fueron considerados para la categoría de “Química cotidiana” ya que se relacionan con acciones de la vida cotidiana desarrolladas por los estudiantes, como fumar o andar en bicicleta. Las explicaciones dadas a dichos dibujos fueron: bicicleta: “Porque siento que se mueve a través de la energía, adrenalina y eso genera química”, y cigarrillo: con los pulmones llenos de humo: “El cigarrillo está echo por componentes químicos”. Las descripciones ofrecidas sobre sus dibujos, muestran una explicación vinculada con algunos conceptos disciplinares como energía, adrenalina y componentes químicos.

Cabe destacar que se relacionó a la Química solamente con determinados productos, como si sólo aquellos materiales como ser: látex, petróleo, plasticor, entre otros; estuviesen “hechos de químicos” y no fuera así, para el resto de la materia conocida en su totalidad. Estas ideas, posiblemente se encuentren relacionada con la difusión publicitaria de vincular “lo sano” con todo aquello “libre de químicos” y que, como consecuencia de ello, sólo algunas cosas “poseen químicos”.

La categoría “Química disciplinar” tiene un sólo dibujo en el que se encuentra esbozado un modelo de átomo propuesto por uno de los estudiantes. Si bien el modelo representado no se corresponde con el modelo trabajado en las escuelas, se deduce que se trata de la representación del modelo atómico, dado que aparece escrito a modo de aclaración, los nombres de las partículas subatómicas (protón, electrón y neutrón).

A pesar de que, si consideramos las fuentes de información más referenciadas por los estudiantes con respecto a “la primera vez” que escucharon hablar de la palabra Química, surge con más frecuencia la escuela, no son mayoritarias las imágenes o modelos disciplinares los que se tienen en mente a la hora de representar a la Química en un dibujo.

Analizando las categorías “presencia o ausencia de personas” en los dibujos, se observa que, en la mayoría de ellos, no hay personas realizando las actividades vinculadas con la Química, a excepción de uno de ellos, en los que se encuentra el estudiante se dibuja a sí mismo o a otra persona “preparando mezcla para pegar ladrillos”. Lo que podría estar asociado a las prácticas educativas que continúan sosteniendo una idea de ciencia objetiva, libre de subjetividades.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo, se presentan los resultados de un estudio que buscó caracterizar el campo de representación de las RSQ en estudiantes privados de su libertad, complementando los previamente publicados (condiciones de producción, campo de información y de actitud).

En los resultados obtenidos se refleja la vinculación que representa la Química con los ambientes laborales y/o cotidianos de los participantes. Se propone 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 e integrar ejemplos cotidianos en general que favorezcan el aprendizaje y apropiación de los contenidos disciplinares. A su vez, surge relevante poder profundizar en los conocimientos prácticos que poseen los estudiantes sobre diferentes oficios tales como metalurgia, pintura y construcción, incluyendo sus conocimientos sobre características y transformaciones macroscópicas de materiales. Lo que puede ser utilizado como puerta de entrada para abordar los contenidos específicos disciplinares y avanzando en profundidad, estudiar que ocurre a nivel submicroscópico con ese material.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de los proyectos de investigación CAI+D 2020 UNL PI 50520190100017LI, así como también al personal docente y estudiantes de la Escuela de Enseñanza Para Adultos N°1316.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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>
- Chamizo, J.A. (2011). La imagen pública de la Química. *Educación Química*, 22, 320- 331. DOI:10.1016/S0187-893X(18)30152-6
- 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. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/aifp/article/view/2913>
- Cuevas, Y. (2016). Recomendaciones para el estudio de representaciones sociales en investigación educativa. *Cultura y representaciones sociales*, 21, 109-140. <https://www.scielo.org.mx/pdf/crs/v11n21/2007-8110-crs-11-21-00109.pdf>
- Fornal, C. L. y Sánchez, G. H. (2022). Representaciones sociales sobre química de estudiantes privados de libertad En: D. Meziat, L. Bengochea, M. G. Lorenzo y I. Idoyaga. *Enseñanza de las Ciencias, Perspectiva Iberoamericana en tiempos de aprendizaje virtual*. Editorial Universidad de Alcalá.
- Glaser, B. G. y Strauss, A. L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory Strategies for Qualitative Research*. Aldine Publishing Company.
- 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).
- Moscovici, S. (1986). *Psicología Social II. Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales*. Paidós.
- 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.
- Naciones Unidas. (2016). Objetivos para el Desarrollo Sostenible.
- Schummer, J. (2007). The Visual Image of Chemistry. *HYLE*, DOI: [10.1142/9789812775856_0010](https://doi.org/10.1142/9789812775856_0010).

LAS HABILIDADES PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN ESTUDIANTES DE CARRERAS DE CIENCIAS Y LA OPORTUNIDAD DE SU DESARROLLO EN COHORTES AFECTADAS POR EL CONTEXTO DE PANDEMIA

Iris Dias¹, Sonia Maggio¹, Pablo Álvarez¹, Agostina Chapana¹, Leonardo Gatica³, Aldana Lemos², Eliana Lemos², Miriam Fraile¹

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.

²Instituto de Ciencias Básicas - CONICET, Mendoza, Argentina.

³Instituto de Biología Agrícola de Mendoza - CONICET, Luján de Cuyo, Argentina.

irisdias_228@yahoo.com.ar, miriamdeborafraile@hotmail.com

Resumen

En el marco de Proyectos de Innovación y Transferencia en Prácticas Educativas, se dictó un taller presencial de práctica de laboratorio con la finalidad de que los estudiantes del Ciclo Básico que, por el contexto vivido de pandemia adquirieron conocimientos relacionados con el laboratorio de manera virtual, lograran habilidades prácticas. Se realizaron actividades para el reconocimiento de materiales de laboratorio, uso de pipetas y micropipetas y preparación de soluciones, respetando normas de seguridad e higiene. La metodología fomentó la interacción entre estudiantes, docentes y tutores. Para identificar la evolución entre concepciones previas y lo adquirido al participar del taller, se aplicaron pre y post-test al iniciar y finalizar el mismo para analizar resultados y extraer conclusiones. Dentro de éstas, las más importantes indican que la mayor apropiación de saberes se identificó en el reconocimiento de íconos de bioseguridad, de material de laboratorio y de aquel necesario para preparar soluciones, a partir de droga sólida. Finalmente, se calificó al diseño y aplicación del taller como eficaz ya que los estudiantes se apropiaron de saberes complementando conocimientos previos con los nuevos y desarrollaron destrezas al manipular el material de laboratorio.

Palabras clave: Laboratorio de Ciencias; Habilidades prácticas; Estudiantes de Ciencias; Desarrollo de habilidades; Contexto de pandemia.

Abstract

Within the framework of Innovation and Transfer Projects in Educational Practices, a face-to-face workshop on practice of laboratory with the purpose that the students of the Basic Cycle who, due to the context of the pandemic, acquired knowledge related to the laboratory in a virtual way, they will achieve practical skills. Activities were carried out for the recognition of laboratory materials, use of pipettes and micropipettes and preparation of solutions, respecting safety and hygiene standards. The methodology encouraged interaction between students, teachers and tutors. To identify the evolution between previous conceptions and what was acquired when participating in the workshop, pre and post-test were applied at the beginning and end the same to analyze results and draw conclusions. Among these, the most important indicate that the greatest appropriation of knowledge was identified in the recognition of biosafety icons, laboratory material and that necessary to prepare solutions, from solid drug. Finally, the design and application of the workshop was qualified as effective since students appropriated knowledge by complementing previous knowledge with new and they developed skills when manipulating laboratory material.

Keywords: Science Laboratory; practical skills; Science students; Skill development; Context of pandemic.

1. INTRODUCCIÓN

Las experiencias de laboratorio constituyen uno de los pilares fundamentales en el proceso de enseñanza y aprendizaje en las carreras de grado relacionadas con las ciencias experimentales ya que su relevancia queda reflejada en los Planes de Estudios de las carreras universitarias. Tal es el caso de la Facultad de Ciencias Exactas

y Naturales (FCEN) de la Universidad Nacional de Cuyo en la cual se desarrolló este trabajo que en diversas Ordenanzas menciona la importancia, necesidad y relevancia de las actividades prácticas de laboratorio en conjunción con la Seguridad e Higiene laboral. Entre otras se encuentra la Ordenanza 77 y su Anexo I 2015 en el cual, dentro del Régimen de enseñanza - aprendizaje perteneciente a la Organización Curricular, se destaca la inclusión de espacios curriculares teóricos- prácticos, de laboratorio y del tipo tutoría y en el caso particular de los espacios curriculares, en sus Programas se especifica la cantidad de horas de prácticos de aula y de laboratorio incluyendo los saberes específicos a abordar. Asimismo, en los alcances de los títulos se establece que el profesional deberá ser competente para efectuar experimentos y ensayos.

En el caso particular de la orientación química, en su régimen de equivalencias establece que:

Los alumnos que tengan aprobado alguna de las asignaturas: Elementos de Cálculo o Elementos de Física General I, II A, II B ó III, podrán acceder a la aprobación de las asignaturas: Cálculo I, Física General I, II A, II B ó III, respectivamente, mediante un coloquio que incluirá la evaluación de la formación práctica en la resolución de problemas y la realización de las prácticas de laboratorio que corresponda. (Anexo I Ordenanza 34, 2013, p. 31)

En cuanto a las carreras del Profesorado ofrecidas por la FCEN, particularmente las orientaciones Física, Química y Biología en la Ordenanza 104 (Anexo I 2013) para el Taller de Preparación de prácticas de laboratorio (espacio curricular obligatorio), en las expectativas de logro se establece que se deben adquirir los conocimientos teóricos y prácticos, las metodologías y técnicas propias de la preparación de prácticas, experiencias y demostraciones de gabinete y/o de laboratorio para la enseñanza de esas orientaciones tanto en los niveles de Educación Secundaria como en los de Educación Superior.

Si bien en este último tiempo los trabajos prácticos de laboratorio pueden desarrollarse tanto en ámbitos presenciales como virtuales (empleando simulaciones) y esto depende de las posibilidades y de las necesidades propias del espacio curricular del que se trate, en el caso particular de aquellos que se desarrollan de forma presencial y en los que los estudiantes manipulan el material de laboratorio y adquieren destrezas y habilidades prácticas propias de la experimentación, posibilitan la apropiación de los saberes relacionándolos con las actividades propuestas in situ al asistir y trabajar en el laboratorio. En estas instancias presenciales se articulan teoría y práctica y, a través de las actividades, los estudiantes consiguen apropiarse del conocimiento lo que permite generar el tan ansiado aprendizaje significativo dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Si ahora se centra la atención considerando los tiempos de pandemia (COVID-2019), la conjunción entre laboratorios virtuales y presenciales (complementarios entre ellos) no fue posible, sino que lo que prevaleció fue el dictado de cursos 100% virtuales y en los que los estudiantes no accedieron a los laboratorios (instalaciones físicas). Si bien en el contexto de pandemia la Educación Superior continuó funcionando y en ciertos espacios curriculares fue posible adaptar los trabajos prácticos de laboratorios presenciales a modalidades totalmente virtuales con propuestas didácticas que emplearon simulaciones, la falta de contacto con el material de laboratorio y su correcta manipulación fue uno de los temas que preocuparon a las autoridades de la FCEN. Fue así como, en su búsqueda por subsanar de algún modo esa deficiencia, se abrió una convocatoria para equipos de trabajo que desearan proponer cursos presenciales relacionados con el desarrollo de Proyectos de Innovación y Transferencia en Prácticas Educativas en la Resolución 258 del Consejo Directivo (2021) basados en diversos aspectos que, entre otros, incluye orientar a los estudiantes ingresantes teniendo en cuenta el déficit formativo de los mismos; desarrollar competencias genéricas y transversales (trabajo en equipo, comunicación oral y escrita, toma de decisiones) contribuyendo a la formación integral y a la adquisición de competencias profesionales; desarrollar actividades y tareas que contribuyan a la formación integral del estudiante y su inserción laboral futura.

En ese sentido y contando con algunos antecedentes al desarrollar una serie de talleres previos, en los cuales este grupo de trabajo llevó a cabo actividades de este tipo en formato taller con tutores pares relacionados con actividades de laboratorio propias de las ciencias y que se realizan habitualmente, se decidió dar continuidad al dictado en el formato Taller y fue así como, en el marco de la convocatoria mencionada anteriormente, se propuso el dictado de la edición 2021-2022 del Taller como una propuesta de extensión en Química. El mismo

contó con una fuerte impronta tendiente a promover en los estudiantes las habilidades prácticas en el manejo de actividades de laboratorio que la pandemia bloqueó como consecuencia del Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO) establecido por Decreto Nacional 875 (2020) al que toda la población debió someterse por las razones de público conocimiento y la Argentina no estuvo ajena a ello.

Tomando las palabras de Wolf (2010) en cuanto a la importancia de los laboratorios cabe destacar que:

La ejecución de laboratorios como estrategia para el estudio de los contenidos temáticos de los cursos de las ciencias básicas se fundamenta en el potencial que los laboratorios tienen para mejorar la comprensión de conceptos y el desarrollo de habilidades que tengan mayor dificultad teórica. Se ha planteado que poder experimentar ofrece resultados en el aprendizaje con mayor impacto que otro tipo de prácticas docentes. (Wolf, 2010, como se citó en García Muñoz, 2021, p.37-38)

Teniendo en cuenta este marco, el objetivo general del Taller fue lograr habilidades prácticas en los estudiantes que adquirieron conocimientos relacionados con el laboratorio de forma totalmente virtual.

2. METODOLOGÍA

El Taller de práctica de laboratorio propuesto a los alumnos de la FCEN se realizó con grupos reducidos de estudiantes que cursaron Química Orgánica (Ciclo Básico de las carreras de Licenciatura y Profesorado en Ciencias Básicas con orientación en Física, Biología, Matemática o Química y, además, de la Licenciatura en Geología que ofrece la FCEN) formando parte de las cohortes 2020-2021 que, por el contexto vivido de pandemia, adquirieron los conocimientos relacionados con el laboratorio de manera virtual y como consecuencia de ello no consiguieron desarrollar las habilidades prácticas indispensables en el marco de las carreras relacionadas con las ciencias experimentales.

Durante el desarrollo del Taller se trabajó, desde un enfoque netamente práctico, en torno a los siguientes saberes: el reconocimiento de materiales de laboratorio de uso habitual, el uso de pipetas y micropipetas y la preparación de soluciones acuosas y posteriores diluciones. En este marco, se implementaron normas de bioseguridad e higiene en el lugar de trabajo en conjunción con la realización de actividades que estimularon a los estudiantes a utilizar los materiales y llevar a cabo procedimientos adecuados en experiencias de laboratorio. La metodología aplicada permitió al estudiante interactuar con sus compañeros, docentes y tutores manipulando los materiales de laboratorio necesarios para el desarrollo de las actividades prácticas propuestas junto a la realización de cálculos matemáticos y la ejecución del procedimiento adecuado y específico para preparar soluciones acuosas y sus diluciones.

Tomando como antecedente que este equipo de trabajo realizó tres ediciones anteriores avaladas por la Dirección de Carreras de Química y la Secretaría Académica de la FCEN y fue muy valiosa la experiencia adquirida en esas instancias, en esta oportunidad se realizaron ajustes y mejoras principalmente en cuanto al desarrollo de los temas en orden de complejidad creciente para cumplir con los objetivos propuestos.

Para recabar información, en primer lugar, se tomó un pre-test sobre las concepciones previas de los estudiantes en torno a los temas a abordar durante el Taller. Finalizado dicho pre-test, se entregó a los asistentes un cuadernillo con el contenido teórico y práctico necesario para abordar los temas. Los estudiantes fueron divididos por comisiones y trabajaron por mesadas temáticas, desde un enfoque netamente práctico y acompañados por 5 (cinco) tutores de los cuales 2 (dos) de ellos son alumnos del Ciclo orientado de las carreras de Química y Biología y los 3 (tres) restantes son egresados de la carrera de Licenciatura en Ciencias Básicas con orientación en Química y en Biología y, además, con el monitoreo constante de las 3 (tres) docentes que también conformaron el equipo a cargo del Taller. Dichas mesadas temáticas abordaron los siguientes saberes de Química:

- Normas de bioseguridad: conocimientos generales y lectura de etiquetas de diversos reactivos químicos.
- Pipetas (graduación, capacidad, uso y medición de volúmenes) y propipetas (uso y medición de volúmenes).

- Micropipetas: Graduación, capacidad y medición de volúmenes.
- Material volumétrico: Identificación del nombre y usos principales.
- Balanzas: Tipos disponibles en el laboratorio de la FCEN y uso adecuado.
- Soluciones a partir de droga sólida: preparación y diluciones de las mismas.

En las distintas mesadas, se desarrollaron actividades de laboratorio experimentales estimulando a los estudiantes a realizar por ellos mismos una serie de experiencias. Para un mejor desarrollo de la parte práctica, la cantidad de alumnos por comisión (mesada temática) no fue superior a 4 (cuatro) y realizaron las experiencias en forma individual adquiriendo las habilidades necesarias fomentando la confianza y mejorando su desempeño en el laboratorio.

Finalizada la rotación de los estudiantes por cada una de las mesadas temáticas, se aplicó un post-test para evaluar los conocimientos adquiridos y obtener conclusiones.

La aplicación de pre-test y post-test posibilitó identificar, a través de su comparación, la evolución mostrada por el grupo de estudiantes que participó del Taller. Dicha evolución fue posible gracias a que los estudiantes, al realizar las actividades propuestas por mesada, relacionaron sus concepciones previas (reflejadas en el pre-test) con las habilidades y/o saberes adquiridos al finalizar esta propuesta de carácter netamente práctico que simuló situaciones con las que se encontrarán, dentro de un laboratorio al ejercer su profesión, una vez que egresen de la FCEN.

3. RESULTADOS

A partir del análisis de las respuestas obtenidas luego de la aplicación de ambos test, se realizó la valoración de los mismos y se compararon los resultados. De esta manera, se identificó la adquisición de saberes aportados por el Taller (expresados en porcentaje) que muestran la evolución.

Al evaluar la propuesta y teniendo en cuenta las respuestas a las preguntas cerradas, los principales resultados fueron los siguientes:

- Identificación de los íconos de bioseguridad: En el pre-test el 45,35% respondió correctamente y en el post-test el 100%.
- Manipulación y uso correcto de la pipeta: El 63,65% de los estudiantes adquirió la habilidad en el manejo.
- Escritura del nombre del material de laboratorio:
 - ❖ Pipeta graduada: En el pre-test el 13,33% de los estudiantes respondió correctamente y en el post-test el 66,66%.
 - ❖ Pipeta aforada: El pre-test arrojó un resultado de 33,33% y el post-test 73,33%.
 - ❖ Pisseta: El pre-test arrojó un resultado de 46,67% y el post-test 93,33%.
 - ❖ Pipeta Pasteur: El pre-test arrojó un resultado de 20,00% y el post-test 100%.
 - ❖ Bureta: El pre-test arrojó un resultado de 40,00% y el post-test 86,67%.
 - ❖ Micropipeta: El pre-test arrojó un resultado de 86,67% y el post-test 80,00%.
 - ❖ Probeta: El pre-test arrojó un resultado de 73,33% y el post-test 93,33%.
- Comprensión de la definición de solución: En el pre-test el 80,00% contestó correctamente y en el post-test el 93,30%.
- Al analizar si los alumnos comprenden la definición de dilución, el 100% contestó correctamente.
- Comprensión de la expresión de la Ley de dilución: En el pre-test el 86,70% contestó correctamente y en el post-test el 100%.



- Comprensión e identificación de las expresiones químicas de concentración, en ambos test se mantuvo el porcentaje (86,7%).
- Cálculo de masa de soluto para preparar soluciones a partir de una droga sólida: En el pre-test el 86,7% realizó correctamente el cálculo y en el post-test el 100%.
- Selección del material de laboratorio necesario para preparar soluciones a partir de droga sólida (consultado a través de dos preguntas complementarias): los estudiantes (expresado en porcentaje) evolucionaron en un 53,33% y un 40,00%, respectivamente.

Finalmente, cabe destacar que el 100% de los estudiantes manifestó que les resultó provechoso realizar el Taller cuando se consultó por ese aspecto, dentro de las preguntas abiertas.

4. CONCLUSIONES

Luego del análisis de los resultados se identifica que, dentro de las preguntas cerradas, las que mostraron mayor porcentaje de aumento en la apropiación de saberes fueron: la identificación de los íconos de bioseguridad, reconocer e identificar el material de laboratorio de uso habitual y el material necesario para preparar soluciones a partir de droga sólida.

Se destaca la importancia de la realización del Taller particularmente en la identificación del material de laboratorio ya que se reconocen que muchos de los saberes fueron adquiridos e incluso potenciados. La reflexión final permite calificar al diseño y aplicación del Taller como eficaz ya que los estudiantes:

- a) Se apropiaron de saberes complementando con sus conocimientos previos o incorporando nuevos.
- b) Desarrollaron la capacidad en el reconocimiento y uso de material de laboratorio y en la adquisición de destrezas al manipularlo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece, por un lado, a la FCEN por la financiación del Taller que propuso el grupo de trabajo en el marco de la convocatoria a Proyectos de Innovación y Transferencia en Prácticas Educativas aprobada por Resolución N°259/2021 CD y a su Comisión Evaluadora que entendió en la selección de las propuestas presentadas, en el marco del Proyecto TRACES 2021-2022 de dicha Facultad.

Por otra parte, se agradece a los tutores pares que formaron parte del equipo de trabajo por su dedicación, compromiso, responsabilidad, participación y colaboración en la realización del Taller.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Decreto 875 de 2020. [Boletín Oficial de la República Argentina] AISLAMIENTO SOCIAL, PREVENTIVO Y OBLIGATORIO Y DISTANCIAMIENTO SOCIAL, PREVENTIVO Y OBLIGATORIO. 7 de noviembre de 2020. <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/237062/20201107>
- García Muñoz, H. (2021). Transición de laboratorios presenciales a virtuales: impacto de una experiencia en un curso de Fisiología. *Encuentro de Ciencias Básicas - El COVID-19 y sus efectos*. Universidad Católica. Colombia. https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26911/4/V%20ENCUENTRO%20CIENCIAS%20B%3%81SICAS_ART%3%8DCULO%204.pdf
- Ordenanza 34 de 2013. [Rectorado UNCUIYO]. Modificación parcial de Plan de estudios correspondiente a la Carrera de Licenciatura en Ciencias Básicas, aprobada por las Ordenanzas Nros 129/2004-C.S. y 39/2011-C.S. 6 de junio de 2013.
- Ordenanza 77 de 2015. [Rectorado UNCUIYO] Modificación parcial de Plan de estudios correspondiente a la carrera de Licenciatura en Ciencias Básicas, aprobada por ordenanza N°129/2004-C.S. 30 de septiembre de 2015.

EXPERIENCIA DE EXTENSIÓN EN UNA ESCUELA RURAL COMO PROCESO TRANSFORMADOR DE PRÁCTICAS EDUCATIVAS Y DE INVESTIGACIÓN

María Belén Perez Adassus^{1,2}, Verónica N. Scheverin^{1,2}, Aura Burbano Patiño², Paula Nicolas¹, Bruno J. Botelli^{1,2}, Victoria Colombo¹, Marianela Vanadia¹, Natalia Moreno¹, Lucia Schmidt¹, M. Rosa Prat^{1,2}, M. Belén Nieto³, M. Fernanda Horst^{1,2}, Verónica Lassalle^{1,2}.

¹Departamento de Química-UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR, Bahía Blanca, Argentina.

²INQUISUR, Bahía Blanca, Argentina.

³Departamento de Geografía-UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR, Bahía Blanca, Argentina.

belen.adassus@uns.edu.ar

Resumen

El presente trabajo relata la experiencia de extensión universitaria realizada en una escuela rural de la localidad de Bahía Blanca donde, desde las investigaciones en remediación ambiental que trabaja el grupo de Nanomateriales Híbridos Aplicados de la Universidad Nacional del Sur, se pudieron generar lazos de vinculación con la comunidad educativa de la escuela. Esta experiencia de extensión permitió poder llegar a un mayor grado de conocimiento sobre las problemáticas que existen en la región en cuanto a la calidad del agua. En ese sentido, se llevó a cabo un estudio geográfico-histórico, para conocer las formas de acceso y usos del agua. Luego, a través de encuentros en la escuela y la universidad, se generaron espacios de diálogo, donde se recabaron saberes previos sobre la temática y se realizaron tareas de alfabetización científica. En cada encuentro se tomaron muestras del agua utilizada en la escuela, con el fin de analizar su calidad en términos químicos, corroborándose la presencia de varios contaminantes naturales, como el arsénico. Finalmente, se logró sintetizar y aplicar materiales para la remoción de dichos contaminantes del agua, en favor de mejorar la calidad de la misma y trabajando con la comunidad en la futura aplicación de los materiales.

Palabras clave: Extensión Universitaria; Escuelas rurales; Arsénico; Enseñanza contextualizada; Química universitaria.

Abstract

The present work reports the experience of university extension carried out in a rural school in the town of Bahía Blanca where, from the investigations in environmental remediation that the group of Hybrid Nanomaterials Works Applied from the Universidad Nacional del Sur, it was possible to generate bonds with the educational community of the school. This extension experience allowed us to reach a greater degree of knowledge about the problems that exist in the region in terms of water quality. In this sense, a geographical-historical study was carried out, to know the forms of access and uses of water. Then, through meetings at school and university, they generated spaces for dialogue, where previous knowledge on the subject was collected and scientific literacy tasks were carried out. At each meeting, samples of the water used in the school were taken, in order to analyze its quality in terms of chemicals, corroborating the presence of various natural contaminants, such as arsenic. Finally, it was possible to synthesize and apply materials for the removal of said contaminants from the water, in favor of improving its quality and working with the community on the future application of the materials.

Keywords: University Extension; rural schools; Arsenic; contextualized teaching; college chemistry.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Fundamentación

Bajo algunas miradas la extensión universitaria es una de las tres funciones sustantivas de la Universidad (junto a la investigación y la docencia) que tiene como objetivo promover el desarrollo cultural, y la transferencia del conocimiento y la cultura entre los distintos sectores sociales de la comunidad. Esta concepción unidireccional de extensión, se enmarca dentro lo que Tommasino y col. definen como **transferencista**, para este modelo, la

extensión universitaria es un engranaje más del circuito ciencia-innovación-aplicación y le corresponde, entonces a la extensión, el lugar de la aplicación. El extensionista, se vuelve un mero transmisor de los adelantos del conocimiento científico en diversos campos de la sociedad (Tommasino & Cano, 2016). Una de las principales características que tienen las prácticas extensionistas es que “se salen” de alguna manera del ambiente universitario y hay un nuevo territorio de acción que se delimita. Como plantean Adriani y col., este territorio no solo es una materialidad espacial ordenada y definida, sino es también subjetividad, sentido, pertenencia e historia. Y esto es reconocer que se construye territorialidad desde la interacción con los sujetos de la comunidad, ya que la Universidad Pública no puede concebirse alejada del soporte natural y social en el cual se desarrolla. En ese sentido, en el último tiempo se ha cuestionado éste concepto de la extensión, y hay nuevas teorías que se enmarcan dentro de la **extensión crítica**, la cual se adoptó recientemente en el reglamento de la Universidad Nacional del Sur y se define como: “un proceso dialógico y horizontal mediante el cual los saberes propios de la universidad se intercambian y enriquecen con los saberes que circulan en la comunidad, generando la transformación del medio y de la propia institución universitaria como resultado de ese proceso” (Reglamento de Proyectos de Extensión de La UNS, 2022). Por lo tanto, se definen dos claros objetivos en la **extensión crítica**, el primero vinculado con la formación de los universitarios, donde se puedan establecer procesos integrales que rompan con la formación academicista de los graduados y se promueva la formación de profesionales solidarios y comprometidos con la transformación de las sociedades (Adriani, Luis. Quiroga, 2019). En segundo lugar, en su dimensión política, que propone contribuir a los procesos de organización y autonomía de los sectores populares intentando aportar a la generación de procesos de poder popular. Se plantea entonces, una relación de comunicación dialógica en la que ambos, resultan transformados por el proceso de la praxis en un sentido profundamente “humanizador” tomando el término de Carlevaro en Tommasino y col. La extensión como proceso educativo y transformador en colaboración con los sectores sociales que sufren procesos de postergación, exclusión, dominación y explotación, permite que los estudiantes universitarios puedan evidenciar y vivenciar estas problemáticas que, en muchos casos, desconocen. Asimismo, para estudiantes de carreras como Licenciatura en Química y Profesorado en Química, dónde la enseñanza se da en contextos formales dentro del establecimiento educativo, poder trabajar en proyectos de extensión que apliquen química de manera contextualizada, permite estudiar los conceptos científicos de una forma más cercana a la realidad y a intereses de los estudiantes. El planteo, además, en el caso de este proyecto, es poder invertir las formas de enseñanzas tradicionales que parten de los conceptos teóricos, luego incorporan el lenguaje específico y en última instancia los modelos científicos para luego resolver problemáticas. En este caso el objetivo es la resolución de problemas prácticos que son muy útiles para la comprensión procedimental de la ciencia, como plantea Caamaño, se involucran distintas formas de cognición, más allá del recuerdo y el reconocimiento de conceptos, como son la aplicación, el análisis y evaluación de la información (Caamaño, 2011). Aprender a pensar científicamente implica aprender a desarrollar, evaluar y revisar modelos, explicaciones y teorías, es decir, enfrentarse al “oficio de hacer ciencia” como plantea Gómez en Meroni y col. (Meroni, 2015). De esta manera, se utiliza el contexto para introducir y desarrollar conceptos propios como en este caso, de las ciencias químicas y nanotecnología. Estos enfoques situados en Ciencia, tecnología, Sociedad y ambiente (CTSA) enfatizan el aprendizaje ya que el conocimiento es adquirido en un proceso autodependiente, activo y en un contexto auténtico. Sin embargo, es necesaria una concepción pedagógica que incorpore esta dimensión del trabajo extensionista a la tarea educativa en torno a la cual se reúnen estudiantes y docentes, así como también lo es generar las condiciones de seguimiento y evaluación de los procesos extensionistas, favoreciendo una perspectiva de sistematización y evaluación basada en el aprendizaje colectivo. (Tommasino & Cano, 2016). En el presente trabajo se relata cómo se llevó a cabo el proyecto de extensión en el año 2019, qué objetivos se tenían inicialmente y luego de finalizado, que aprendizajes, reflexiones e inquietudes quedan acerca de la experiencia vivida. Se aborda, a partir de una problemática particular como es la calidad de agua en una escuela rural, el enfoque de aprendizaje contextualizado de procesos de síntesis de nanomateriales, caracterización, ensayos de adsorción y cuantificación de contaminantes como eje principal de la disciplina química y nanotecnología para los estudiantes de grado y posgrado. A su vez, se generan espacios de alfabetización científica para la comunidad educativa de la escuela rural, en cuanto a conceptos de calidad y derechos al acceso de agua potable.

1.2 Análisis histórico-geográfico de la zona donde se ubica la Escuela

La Escuela rural N.º 56 “Malvinas Argentinas” del Paraje La Hormiga, se encuentra ubicada en la localidad de Bahía Blanca en el Kilómetro 15,5 de la ruta 35. El acceso a la misma es por caminos rurales que se encuentran en malas condiciones, lo que genera inconvenientes para el traslado de docentes y de estudiantes. La provisión de servicios básicos es limitada, siendo la luz eléctrica el único que data de la década del 70, la red de gas aún no llega a la zona y el abastecimiento de agua de buena calidad es un problema que persiste en la región. La población consume agua de perforación, de aljibe e, incluso, del arroyo sin previo tratamiento ni análisis de calidad. Por otra parte, aún en la actualidad, se detecta una forma inadecuada de disposición de excretas. Si bien la mayor parte de la población cuenta con pozos ciegos, no todos cuentan con cámara séptica. Por otro lado, las perforaciones son a la primera napa y se ubican junto a la casa, al igual que los pozos ciegos. El proyecto se centró específicamente en la problemática de la Escuela N.º 56 que a la fecha contaba con una matrícula de 6 estudiantes, siendo, además, un grupo heterogéneo de diferentes edades. La mayoría son hijos de pequeños productores agrícola-ganaderos que arriendan quintas de la zona del cinturón hortícola de Bahía Blanca, son familias que tradicionalmente se han desarrollado en esa zona rural. Es una población constituida mayoritariamente por personas de bajos recursos económicos, sin cobertura social, que no cuentan con centros asistenciales ni de salud cercanos. No existen líneas de transporte público que faciliten su traslado hasta las localidades más cercanas (Bahía Blanca o Gral. Cerri).

Los problemas asociados a la calidad del agua son de larga data en la región, pero fue recién al inicio de la década del 2000 cuando se hizo pública la situación a través de los medios de comunicación locales debido al hallazgo de arsénico en la sangre de un quintero de la zona. En el año 2003 se muestrearon 10 sitios que incluyeron tres establecimientos educativos del sector, los resultados revelaron niveles de arsénico, flúor y bacterias notablemente superiores a los permitidos por la legislación vigente. Ante este panorama se implementaron estrategias como la distribución de agua envasada o el almacenamiento en cisternas. La comunidad educativa se abastece mediante un molino de funcionamiento ineficiente y en muchas ocasiones los docentes deben llevar agua de manera particular.

Es posible reconocer tipos de causantes de la pobre calidad del agua disponible en la Escuela N.º 56:

1. Origen geológico: La composición natural de los suelos de esa zona es rica en especies de flúor y arsénico.
2. Origen antropogénico: Esta categoría incluye una inadecuada disposición de excretas y la inexistencia de tratamientos para este tipo de residuos.

La ingesta crónica de agua con la presencia de contaminantes de origen geológico o antropogénico está relacionada con la aparición de diversas enfermedades. Uno de los mayores contaminantes que se encontraron en la Escuela N.º 56 fue el arsénico, cuya presencia en agua de bebida se ha relacionado con la aparición de varios tipos de cáncer. (Litter, 2010)

2. OBJETIVOS

Como objetivos generales se planteó poder contribuir a la solución del problema del abastecimiento de agua apta para consumo, esparcimiento y usos agrícolas de la comunidad educativa de la Escuela. También aportar materiales derivados de nanotecnología magnética para remediar agua proveniente de pozos subterráneos del molino. Transversalmente, se buscó generar vínculos con la comunidad educativa de la Escuela para cooperar juntos con el grupo extensionista, favoreciendo el intercambio de saberes, organizar talleres, jornadas y distintas actividades para concientizar a la comunidad sobre la importancia de calidad del agua y su derecho al acceso de fuentes de agua segura. Paralelamente contextualizar el aprendizaje de nuevos conceptos de la química y nanotecnología para los estudiantes de grado y posgrado, buscando generar competencias necesarias para el desarrollo profesional tales como el trabajo en equipo, la toma de decisiones, el análisis de datos, etc.

3. METODOLOGÍA

3.1 Conformación del equipo de trabajo

El equipo de trabajo se conformó por 4 docentes investigadoras del Dpto. de Química y de Geografía y Turismo, 1 becaria postdoctoral, 4 becarias doctorales y 5 estudiantes de grado de la UNS, de las carreras de Profesorado en Química y Licenciatura en Química. Varías, a su vez, forman parte del grupo de investigación de Nanomateriales Híbridos Aplicados (NanoHiAp), que cuenta con experiencia en la síntesis y caracterización de materiales adsorbentes a base de polímeros naturales como quitosano y nanopartículas de óxido de hierro (magnetita). Estos materiales compuestos, tienen buena eficiencia en la remoción de metales pesados en muestras de agua modelo y también en la eliminación otros contaminantes como nutrientes (especies de fósforo y nitrógeno) de muestras de agua provenientes del estuario local.

Por parte de la escuela, fue clave el rol que tuvieron las docentes, estudiantes y familias, que se involucraron de manera activa en todas las actividades. Hubo un abordaje previo de las temáticas por parte de las docentes y una conceptualización que nos permitió poder generar fuertes lazos de trabajo. Sousa Santos plantea un concepto muy importante sobre como dialogan todos los saberes en la extensión, el científico, el popular, etc., para co-construir lo que llaman “una ecología de saberes” porque la ciencia no es mono cultural, y necesita de todos los actores involucrados para cuestionarse a sí misma todo el tiempo y plantear nuevos paradigmas. En ese sentido, desde la universidad se trabajó la propuesta, hubo una planificación de orden co-gestivo hasta abordarla, pero siguiendo el planteamiento de Sousa Santos, el actor universitario no tiene el método, y es necesaria una asociación, una red que permita que en ese diálogo continuo se puedan repensar prácticas y acciones. Lo interesante entonces es la comunicación que se establece con todos los actores, donde los límites marcados en una primera instancia se desdibujan, se construyen nuevos territorios de acción. (Adriani, Luis. Quiroga, 2019)

3.2 Diseño de las actividades

Se diseñaron dos líneas grandes de trabajo, una abocada a las tareas educativas y de concientización con la comunidad educativa de la escuela; y otra destinada al muestreo de aguas, ensayo de los materiales en el laboratorio para la remoción de contaminantes y conceptualización de la química y la nanotecnología. Las acciones fueron planificadas de manera de poder trabajar de manera colaborativa, asignando tareas y roles específicos a cada miembro del grupo. De esta manera, hubo docentes responsables de los ensayos experimentales y docentes a cargo de las actividades didácticas, aunque al momento de interactuar con la comunidad educativa, todo el grupo formaba parte de los encuentros.

A lo largo del año se fueron realizando varios encuentros en la escuela con el grupo extensionista y también a la inversa; con la comunidad educativa de la escuela en los laboratorios e instalaciones de la universidad.

Se buscó poder trabajar multidisciplinariamente empleando conocimientos tanto de distintas ramas de la química, como son la analítica y fisicoquímica para interpretar datos derivados de la cuantificación de contaminantes y de la formación de los materiales adsorbentes, respectivamente. También se aplicaron conocimientos sobre nanotecnología, una disciplina que actualmente no se incluye en ninguna materia de la curricula de Química, abordándola desde un aprendizaje contextualizado y partiendo desde los resultados, para luego generar los conceptos teóricos propios de la disciplina, en ese sentido, se invirtió el proceso de enseñanza con el que suelen estar más familiarizados los estudiantes universitarios. Se presenta un esquema que representa cómo se desarrollaron los ensayos de aplicación de los nanomateriales, donde el agua contaminada se deja en contacto con los materiales bioadsorbentes y luego se retiran con la acción de un imán, resultando el agua con menor concentración de contaminantes que al inicio (Fig.1).



FIGURA 1. Esquema de ensayo de materiales bioadsorbentes para la remediación de contaminantes

El aporte de la disciplina didáctica para el diseño de las actividades áulicas tuvo un rol clave, ya que permitió conocer los saberes previos de estudiantes y docentes sobre la temática del agua, y además fue el punto de contacto principal con toda la comunidad educativa, tanto para poder conocerles e interactuar, como para poder comunicar los avances y desarrollos que se iban gestando en el estudio experimental. Se incluyen algunas secuencias didácticas que se fueron dando en los encuentros a modo de ejemplo:

• **Actividad N°1**

Se reflexiona con los alumnos acerca de dónde y cómo encontramos el agua en la naturaleza. Para ello se muestran fotografías de distintos lugares para que aprecien la distribución del agua en nuestro planeta y los diferentes estados en que se encuentra. Se confecciona un cuadro en afiche o pizarrón con las respuestas

Foto N°	El agua está en..	Estado

Realizar un dibujo o representación para cada caso, cómo se imaginan que está el agua (a nivel microscópico).

• **Actividad N°2**

Se trabaja mediante el interrogatorio didáctico con las siguientes preguntas:

- ¿De qué manera llega el agua hasta nuestras casas? ¿Y el agua de la escuela?
- ¿Qué agua toman los animales?
- ¿Han notado diferencia en el sabor, color del agua? ¿Qué tipo de diferencias notan?
- En relación a la actividad productiva que realizan en las explotaciones, ¿qué tipo de agua utilizan? ¿de dónde se obtiene el agua para riego? ¿saben o conocen de algún tipo de problema que tenga esa agua.

4. RESULTADOS

Respecto a los ensayos experimentales, se tomaron muestras del agua de pozo de la escuela, registrándose altos valores de arsénico, entre otros, como se detalla en la siguiente tabla:

TABLA I. Parámetros fisicoquímicos de calidad del agua de la Escuela 56

Parámetro	Valor	Unidad
As	0.250	mg L ⁻¹
F ⁻	14.40	mg L ⁻¹
Na	626	mg L ⁻¹
SO ₄ ²⁻	542	mg L ⁻¹
Cl ⁻	260	mg L ⁻¹
pH	8.70	
Conductividad eléctrica	4.38	mS/cm

Luego se trabajó en la síntesis y caracterización de los nanomateriales, a base de residuos agrícolas de biomasa y nanopartículas magnéticas. Posterior a esto, se ensayaron los materiales como remediadores de contaminantes, se hicieron ensayos en agua modelo, es decir, agua destilada preparada con la misma concentración de contaminantes conocida y también, se ensayaron en las muestras de agua de la escuela, llegando a remover gran parte de la concentración de arsénico detectada, como se detalla en el siguiente gráfico (fig. 2):

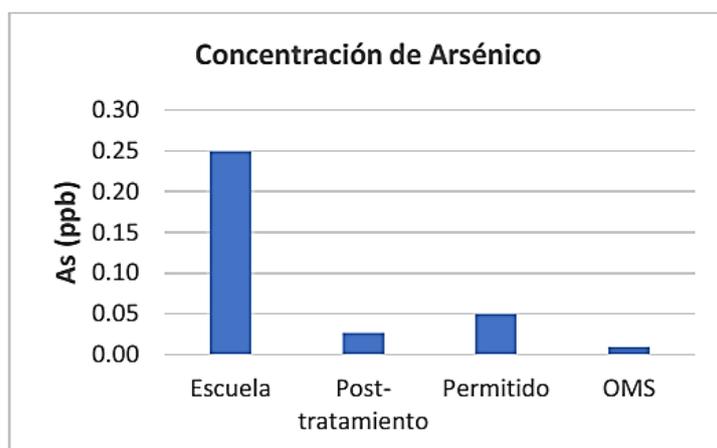


FIGURA 2. Gráfico de concentraciones iniciales y finales de arsénico en el agua de la escuela 56

Se eligió al Arsénico ya que los materiales demostraron tener una mejor respuesta de adsorción frente a este elemento. Se logró remover hasta un 86,46% del arsénico presente en el agua de la escuela, alcanzando un valor de concentración final de 0,027 mg L⁻¹ As. Este valor está por debajo de lo permitido por la legislación provincial (límite máximo de 0.05 mg L⁻¹), pero por encima de lo recomendado por la OMS (0.010 mg L⁻¹). Para tener un registro de la experiencia personal en la tarea de extensión también se realizó una encuesta al finalizar el proyecto donde se pudo recabar información interesante sobre las impresiones que quedaron en el grupo de trabajo. En primer lugar, se puede destacar que la mayor parte del grupo no había trabajado anteriormente en proyectos de extensión, siendo ésta su primera experiencia. Todos los estudiantes encuestados confirmaron que habían podido encontrar mucha relación entre la carrera que estaban estudiando y el proyecto de extensión. También la gran mayoría relacionó su experiencia dentro de un proceso de crecimiento profesional y personal. Las respuestas más interesantes se encontraron cuando se les preguntó si consideraban que el proyecto había logrado aportar algo hacia la escuela y a la inversa, si la Universidad también había recibido algún aporte por parte del proyecto. En ambos casos la mayoría respondió que consideraban que tal vez había habido aportes. En este sentido, es claro que aún, la dialéctica dentro de un proyecto de extensión es un camino a trabajar, hay una brecha marcada dentro de poder re-veer los resultados de un proyecto en ambos sentidos de construcción. Por eso es necesario el trabajo de analizar estos procesos y volverlos a la

currícula y a las actividades de investigación.

5. CONCLUSIONES

A modo de conclusión nos gustaría considerar que, si bien se logró con los ensayos de laboratorio, obtener materiales capaces de disminuir en más de un 80% los valores de Arsénico hallados inicialmente, fue difícil desarrollar un sistema de tratamiento de aguas efectivo para la escuela. Porque se ponen en juego muchos factores, desde el diseño ingenieril del sistema de tratamiento hasta los recursos económicos limitados que contamos para llevarlo a cabo. No haber podido cumplir con este último paso, puede llegar a generar desmotivación o frustración en los grupos extensionistas, pero verlo de esa manera sería seguir bajo el concepto transferencista de la extensión. Lejos de eso, luego de esta experiencia comprendimos la importancia de incorporar a la currícula de las carreras universitarias los proyectos de extensión como una forma de generar conciencia profesional y humana, además de generar un nuevo campo de aprendizaje contextualizado sobre la ciencia, más específico, cómo es la química y la nanotecnología. La recuperación de los procesos de construcción de conocimiento y de los aprendizajes obtenidos de la práctica extensionista, como plantean Adriani y col., nos permiten entonces, *“interpelar y conocer en profundidad nuestros haceres y sentires universitarios para transformar en qué y cómo formamos y nos formamos, y al mismo tiempo fortalecer cómo leemos el mundo e intervenimos en él junto a otros/as”*. (Adriani, Luis. Quiroga, 2019) En ese sentido, es necesario un profundo cambio en nuestros currículos, un nuevo planteo pedagógico universitario comprometido con los valores y derechos de la sociedad en su conjunto, con conciencia ambiental y social. En este marco, resulta relevante el aporte de la Educación Ambiental, que como postula el Manifiesto por la vida, *“es la educación para la construcción de un futuro sustentable, equitativo, justo y diverso. Es una educación para la participación, la autodeterminación y la transformación; una educación que permita recuperar el valor de lo sencillo en la complejidad; de lo local ante lo global; de lo diverso ante lo único; de lo singular ante lo universal”* (Cano, 2014) En otras palabras, la Universidad debe repensarse y transformarse, a partir de la interpelación surgida de las prácticas de extensión y a su vez, la experiencia de la práctica extensionista debe volver sobre sí misma generando nuevos saberes que surgen de ese hacer. Y éste hacer, como plantean Rodríguez y col. *“es un nuevo hacer por cuanto posee entidad distinta a la enseñanza y a la investigación y las enriquece; es un nuevo conocimiento específico porque trasciende la formación profesional universitaria dándole una proyección social igualadora que se traduce en el ejercicio del arte, oficios y profesiones”*. (Rodríguez, 2015).

La formación superior universitaria en química presenta a los estudiantes, en la mayor parte de los casos, un saber fragmentado y una práctica anacrónica de la ciencia y la tecnología. Es por eso que en la práctica de extensión surge la oportunidad de poder comprender los conceptos de manera contextualizada, y asimismo generar espacios de aprendizajes a partir de problemáticas reales de la comunidad. Todo esto favorece la reflexión sobre conceptos científicos y tecnológicos, y permite la evaluación y el posicionamiento crítico, lo que contribuye a la alfabetización científica tanto de los estudiantes como de toda la comunidad. (Caamaño, 2011).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Escuela 56 del Paraje La Hormiga por toda su calidez y predisposición de trabajo. A la Secretaria de Extensión de la Universidad Nacional del Sur y a la Secretaria de Políticas Universitarias por la financiación del proyecto RESOL2017-5135-APN-SECPU en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriani, Luis. Quiroga, L. (2019). Extensión universitaria: rupturas y continuidades IEandro. In *EDULP: Editorial de la Universidad de La Plata* (1a.edición).
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química hoy La enseñanza contextualizada de la ciencia. *Alambique*, 69, 21–34.
- Cano, A. (2014). La extensión universitaria en la transformación de la Universidad Latinoamericana del siglo XXI. *Los Desafíos de La Universidad Pública En América Latina y El Caribe*, 287–380.



Reglamento de proyectos de extensión de la UNS, CSU-561/2022. Expte 1724/09 53 (2022).
<https://doi.org/10.4000/mots.22110>

Litter, M. (2010). The problem of arsenic in Argentina: HACRE. *Saegre*, 17(lii), 5–10.

Meroni, G., Copello, M. I., & Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educacion Quimica*, 26(4), 275–280. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>

Rodríguez, A. M. A. R. W. de C. J. C. (2015). Cuadernos Universitaria de Extensión de la UNLPam. In EdUNLPam (Ed.), *Publicación de la Secretaría de Cultura y Extensión Universitaria de la Universidad Nacional de La Pampa* (Vol. 1, Issue April). <https://doi.org/http://www.unlpam.edu.ar/images/extension/cuadernos.pdf>

Tommasino, H., & Cano, A. (2016). Modelos de extensión universitaria en las universidades latinoamericanas en el siglo XXI tendencias y controversias. *Enero-Marzo*, LXVII, 7–24. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37344015003>



OPINION DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA NECESIDAD DE UN CURSO DE NIVELACIÓN PARA ACCEDER AL ÚNICO CURSO DE QUÍMICA DE LA FCEIA

Verónica M. Relling, Cristina S. Rodríguez, M. Eugenia Disetti; Gerardo Camí y Lautaro Bosco

GIEQ: Grupo de Investigación de Educación en Química - Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura UNR. vrelling@fceia.unr.edu.ar

Resumen

En ingenierías de la UNR, Química representa un escaso porcentaje de las ciencias básicas que se enseñan. Se dicta en el segundo año a razón de cinco horas semanales durante dieciséis semanas de las cuales las primeras seis se utilizan para nivelar competencias específicas básicas. Si bien es de promoción directa con la exigencia de las dos evaluaciones aprobadas con un recuperatorio cada una, el alto porcentaje de repitentes constituye una preocupación en el seno de la cátedra y en la comunidad de estudiantes quienes, en los relatos de actuación y de vida, dan cuenta de los obstáculos en el aprendizaje por debilidades en conocimientos previos como lenguaje simbólico, comprensión lectora y comunicación oral y escrita. Asimismo, expresan que, para aprovechar el tiempo de cursado en la comprensión de problemas pertinentes al campo de la profesión, un curso de nivelación remoto estaría bien visto. Es por ello que, el GIEQ, presenta en este escrito una propuesta de curso nivelador remoto junto a la opinión de los estudiantes acerca de la aceptación del mismo, de sus propias habilidades al inicio del cursado y sobre el aprovechamiento de recursos para gestionar aprendizajes no presenciales.

Palabras clave: química; ingeniería no química; estudiantes; relatos; curso nivelador.

Abstract

In UNR engineering, Chemistry represents a small percentage of the basic sciences that are taught. It is dictated in the second year at a rate of five hours per week for sixteen weeks of which the first six are used for level specific basic skills. Although it is of direct promotion with the requirement of the two approved evaluations with a recuperation each, the high percentage of repeaters is a concern within the chair and in the community of students who, in the stories of performance and life, account for the obstacles in learning due to weaknesses in prior knowledge such as symbolic language, reading comprehension, and oral and written communication. Likewise, they express that, in order to take advantage of the study time in the understanding of problems relevant to the field of the profession, a remote leveling course would be welcome. That is why, the GIEQ, presents in this writing a proposal for a remote leveling course together with the opinion of the students about its acceptance, their own abilities at the beginning of the course and about the use of resources to manage remote learning.

Keywords: chemistry; non-chemical engineering; students; stories; leveling course.

1. INTRODUCCIÓN

El alto porcentaje de recursantes en el aula de Química mantiene a los docentes en permanente estado de acción para conocer las opiniones de los estudiantes sobre el fenómeno como así sus causas. Cada nuevo cuatrimestre se convoca a los voluntarios que quieran participar de encuestas y entrevistas. Si bien la escenografía de las cohortes (presencial, asilamiento, virtual, mixto) es notablemente diferente, algunas opiniones y dificultades se vuelven recurrentes y aparecen de forma constante. Entre sugerencias y propuestas, los estudiantes se sienten agradecidos por el esfuerzo mostrado por los docentes, pero consideran que es poco tiempo para nivelar sus conocimientos, que son muchos los contenidos que deben adquirir o fortalecer en el tiempo otorgado. En definitiva, hay un común denominador que subyace en sus opiniones, considerar que *“hay que saber lo básico al iniciar el cursado si no, hay que hacerla varias veces”*. En este



sentido, estudiantes de distintas cohortes, consideran adecuado algún tipo de apoyo previo al cursado para nivelar aspectos básicos de química. Por ello y teniendo en cuenta esta solicitud de los estudiantes es que se propone la preparación de un curso de nivelación previo o simultáneo con el cursado en modalidad virtual.

La FCEIA cuenta con un Área de Ingreso, sin embargo, al ser Química una asignatura de segundo año no tiene posibilidades de coordinar actividades previas al cursado con dicha Área. Asimismo, la UNR ofrece un curso preuniversitario, de cursado online, y de carácter voluntario. Ambas propuestas institucionales, de cursos introductorios, si bien son muy interesantes no son específicas para la disciplina Química.

Por todo lo expuesto se presentan las opiniones de estudiantes sobre la necesidad de un curso nivelador (resultados de esta investigación) y una propuesta de los docentes para generar instancias de nivelación como respuesta a dicha necesidad.

1.1. Marco teórico

El fenómeno de la repitencia y abandono: El fenómeno de abandono estudiantil en el nivel superior, en la región de América Latina y el Caribe conlleva importantes repercusiones sociales y económicas, tanto para los estudiantes, como para la sociedad en su conjunto. De acuerdo con Munizaga *et. al.*, (2018), las variables (más de 100) asociadas a este fenómeno pueden agruparse en cinco factores predominantes como son Individual, Académico, Económico, Institucional y Cultural. “La presencia de los factores “Académico” e “Institucional” demandan cambios a nivel de Instituciones de Educación Superior atendiendo a los nuevos estudiantes que ingresan”. En este sentido, en Argentina, las carreras de ingeniería se caracterizan, por un decreciente número de inscriptos, un reducido número de graduados, una lentificación en el recorrido de los trayectos curriculares y un abandono marcado de los estudios (Moreno, y Chiecher, 2019). Las problemáticas de abandono y repitencia en la FCEIA, no son ajenas a las que se presenta en el contexto Nacional y Latino Americano. No es sorprendente que la deserción sea más frecuente en las etapas iniciales y es en ese momento que las instituciones pueden actuar para prevenir el abandono temprano. El empleo de alumnos avanzados como consejeros, sesiones de asesoría y orientación, grupos de estudio y el establecimiento de tutorías académicas, constituyen posibles intervenciones que pueden contribuir a superar los obstáculos planteados (De los Santos, 2004). Al iniciar el cursado de química durante el segundo año de ingeniería, estudiantes con débiles conocimientos previos, se incorporan a un escenario de aprendizaje nuevo y complejo. En este contexto y de acuerdo con Odetti *et. al.* (2010), para disminuir la tasa de deserción y repitencia, es importante la caracterización y seguimiento curricular de la población estudiantil; en busca de indicadores que faciliten la toma de decisiones curriculares; y la optimización en el uso de los recursos disponibles mediante la implementación de estrategias de integración de los alumnos al nuevo escenario.

Muchas universidades con el objetivo, entre otros, de disminuir la tasa de abandono, ofrecen cursos de ingreso (Alcázar Pichucho *et. al.* 2022, Díaz Perera *et. al.* 2019, Universidad Nacional de Rosario [UNR] 2022, Vitale-Alfonso *et. al.* 2022). La UNR ofrece un curso preuniversitario, de cursado online, y de carácter voluntario; herramienta pensada para acompañar a los ingresantes de la mejor manera posible, tanto en lo formativo como en lo personal y en lo emocional (UNR 2022) Particularmente en las facultades de Ingeniería, estos cursos, ciclos o talleres de nivelación, de ingreso o preuniversitarios incluyen, además de una introducción a la vida universitaria y comprensión lectora, contenidos disciplinares de las asignaturas del 1er año: matemática, física, química. En el caso particular de la FCEIA se incluye una introducción a la ingeniería; matemática e informática (Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura [FCEIA] 2022), no así química ya que no es ésta una asignatura del 1er año. Estos cursos con sus diferentes características: obligatorio o voluntario; con o sin examen de suficiencia, en modalidad intensiva, de verano o tradicional; con cursado presencial, virtual o bimodal presentan como, objetivo común y principal, unificar los conocimientos y nivelarlos para poder dotar al estudiante de las bases necesarias para iniciar su formación de grado y disminuir el índice de deserción estudiantil por temas académicos. (Díaz Perera *et. al.* 2019; UNR 2022)

Los recursos tecnológicos que pueden adaptarse a diferentes situaciones de enseñanza, pueden ser percibidos de acuerdo con Cabero Almenara (2015) como facilitadores para la transmisión de información (TIC); facilitadores del aprendizaje significativo (TAC) y también como instrumentos para la participación y la colaboración entre docentes y estudiantes (TEP) en un espacio tiempo que no es necesariamente compartido.

Así al incorporar las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) a las instituciones educativas son posibles nuevas formas de acceder, generar, y transmitir información y conocimientos, respecto del aprendizaje tradicional presencial. Por su parte, Alcázar Pichucho *et. al.* (2022) propone que las TIC permiten *“la configuración de una enseñanza verdaderamente centrada en el estudiante, por decirlo, en otros términos, perfectamente adaptada a sus características personales, a sus necesidades de estilos de aprendizaje y a sus preferencias”*

Algunos de cursos de nivelación han sido organizados empleando entornos virtuales desde sus orígenes mientras que otros organizados originalmente para una modalidad presencial, con la experiencia ganada en 2020 han ido ampliando su propuesta de cursado incluyendo modalidades virtuales, semipresenciales, extensas e intensivas. (Alcázar Pichucho *et. al.* 2022, Díaz Perera *et. al.* 2019; Vitale-Alfonso *et. al.* 2022).

Si bien las ventajas del empleo de TIC incluyen ampliar la oferta informativa, crear entornos más flexibles para el aprendizaje, eliminar barreras espacio-temporales entre profesores y estudiantes, autogestionar el aprendizaje; Cabero Almenara (2015) remarca que el *“... uso de las TIC no han repercutido en el aumento de los niveles de aprendizaje de los estudiantes, llevándonos a decir que los efectos de las TIC en el rendimiento de los alumnos son inocuos o desconocidos...”* haciendo notar que *“...su incorporación en los procesos de enseñanza aprendizaje ha sido más como elementos aislados e independientes que como integrados en el currículum y con los elementos que lo conforman (objetivos, metodologías, aspectos organizativos, contenidos, características de los estudiantes, etc.)”*

Por ello, cuando se piensa en una propuesta de aprendizaje y enseñanza para lograr prerrequisitos mínimos para el comienzo del estudio de química no es cuestión de cambiar solo la tecnología; se generan procesos creativos en el que, cuando y como usarlas y procesos metacognitivos cuando se cambia la forma de construcción del conocimiento, como se aprende lo que se aprende o como se enseña lo que se enseña.

1.2. Objetivos

a) Conocer la opinión de los estudiantes respecto de la necesidad de acceder a contenidos básicos, previo al cursado. b) Mostrar la opinión de los estudiantes sobre el aprovechamiento de los recursos de la “virtualidad” para gestionar aprendizajes en etapas de no presencialidad. c) Bosquejar una propuesta para la realización de un curso nivelador para una asignatura del segundo año de las ingenierías de la FCEIA.

2. METODOLOGÍA

Para conocer las opiniones de los estudiantes se utilizan como instrumento de recolección de datos el cuestionario y la entrevista.

El cuestionario, como *“conjunto limitado de preguntas mediante el cual el estudiante puede informar sobre sí mismo y/o sobre su entorno; posibilita incluir más sujetos que una entrevista”* (Torrado Fonseca, 2009). En éstos se incluyen preguntas cerradas para seleccionar una opción, otras abiertas en la que es posible desarrollar una respuesta más rica, extensa con mayor detalle y utilizando el vocabulario propio del entrevistado (Hernández Sampieri, 2014). Por otro lado, a través de las entrevistas, si bien el número de participantes es considerablemente menor que en el cuestionario, el diálogo profundo permite ver puntos de vista únicos, mayor riqueza, profundidad y amplitud de recorridos académicos y vivencias durante el cursado de química (Hernández Sampieri, 2014).

La investigación que aquí se presenta, forma parte de un proyecto cuatrienal más amplio de enfoque mixto cuyo objetivo es caracterizar el desempeño en química de los estudiantes de Ingeniería durante 2019-2022. En este escrito se muestran los resultados surgidos luego de la aplicación de los instrumentos: Cuestionario 2019 (C2019); Entrevista 2019-2020 (E19//20) y Cuestionario 2022 (C2022). Cabe aclarar que las cuestiones abordadas en cuestionarios aplicados durante el 2020, corresponden a temas referidos al fenómeno pandemia exclusivamente y no serán analizados en el presente trabajo.

2.1. Instrumentos

El cuestionario y las entrevistas, se aplican con participación voluntaria de los estudiantes en formato papel y

digital, aplicados al inicio, o final de cuatrimestre.

El cuestionario 2019 (C2019) se aplica en el segundo cuatrimestre del 2019 (actividades presenciales), en formato papel al comienzo de la primera clase. Permite que cada participante se identifique como Ingresante (EI) (primera vez que cursa Química) o como Recursante (ER). A estos últimos, mediante pregunta cerrada se les solicita el número de veces que cursó la asignatura y las posibles causas de recursado.

Durante el año 2021 se implementan las entrevistas 2019/2020 (E19/20) a estudiantes que han aprobado la asignatura en 2019 y 2020. La selección de la muestra se realiza en base al año en que aprobaron (2019 o 2020) y a la cantidad de veces que la cursaron (una única vez, 2, 3 o 4 veces). Así se constituyen 4 grupos para los aprobados en 2019 (grupo 1: estudiantes que cursaron una vez, Grupo 2: estudiantes que cursaron 2 veces, Grupo 3: estudiantes que cursaron 3 veces, Grupo 4: estudiantes que cursaron 4 veces o más); y los mismos 4 grupos para los aprobados en 2020. Se cursan 64 invitaciones vía mail a 8 personas de cada uno de los 8 grupos.

Cada una de las 4 personas entrevistadas asiente a conversar en videollamada; permite que la misma sea grabada y transcripta y autoriza que los datos sean publicados sin hacer referencia a sus identidades. Se conviene, con cada participante voluntario, un horario para realizar una videollamada por Google Meet. La entrevista es semiestructurada y focaliza tres ejes: Primer eje "nombre, edad, procedencia". Segundo eje "trayectoria académica previa al cursado". Tercer eje "vivencias, sentimientos, experiencias durante el cursado de la asignatura".

Con el objetivo indagar sobre conocimientos previos y la voluntad de realizar un curso introductorio, en 2022 para la cohorte del 1er cuatrimestre, virtual e intensivo; se decidió aplicar un cuestionario (C2022) en forma sincrónica, en clase virtual con 35 asistentes, utilizando el recurso "encuesta" de Google Meet. Se incluyen preguntas de selección de opción tal como: *Antes de iniciar el curso de química: ¿podías escribir las fórmulas química de algunas sustancias?* Siendo las opciones: *Sí, sin dificultades - Sí, pero solo unas pocas - No, en absoluto*. Se incluyen además preguntas abiertas tal como: *Si te propusiéramos un curso intensivo, virtual e introductorio a desarrollarse durante 3 semanas para trabajar los aspectos básicos (CAPITULOS 1 a 6), ¿asistirías?*

2.3. Categorías de análisis

Una vez concluido el proceso de recolección de la información se agruparon las expresiones según los términos que aparecen tanto en las preguntas abiertas como en la entrevista. Posteriormente, se realiza triangulación con otros docentes investigadores especialistas en análisis de contenidos (Vasilachis, 1992) para ajustar la inclusión de las expresiones en cada una de las categorías. Las categorías resultantes de este proceso son y los indicadores para cada una de ellas se encuentra en la Tabla I.

Tabla I: Categorías de análisis de las expresiones de los estudiantes e indicadores correspondientes a cada una de las mismas.

Categoría de análisis	Indicador
(CBI) Conocimientos básicos insuficientes	Expresiones que refieren a que ciertos contenidos o competencias no fueron adquiridos en etapas previas, o bien fueron adquiridos en forma no significativa o no correcta.
(CBI) Conocimientos básicos suficientes	Expresiones que refieren a que ciertos contenidos o competencias se perciben como fáciles de manejar, resultan familiares.
(NAAP) Necesidad de Apoyo Académico Previo:	Se incluyen expresiones que refieren a lo beneficioso de disponer para ellos mismos o para terceros de un curso introductorio previo al cursado

3. RESULTADOS

3.1. Cuestionario 2019

Responden el cuestionario 50 estudiantes de los cuales 20 (el 40% de los participantes) son estudiantes ingresantes (EI) y 30 (el 60% de los participantes) son estudiantes recursantes (ER). Solo los EI respondieron

sobre las posibles causas que los llevaron a recurrir Química. En la tabla II se muestran las opiniones de los ER sobre las causas de recurso, además se explicita la categoría de análisis detectada.

Tabla II: Causas de recurso en opinión de los estudiantes de 2019 2do cuatrimestre

Causas de recurso TOTAL 30 (100 %) ESTUDIANTES RECURSANTES ER	
Demasiados contenidos	40,00%
*Falta de conocimientos previos *CBI	33,30 %
*Dificultad para comprender contenidos previos al cursado de la primera clase *CBI	26,70 %
Poco tiempo dedicado al estudio	23,30 %
Complejidad de la asignatura	20,00 %
Poco tiempo de cursado	16,60 %
Paros docentes	16,60 %
Problemas con correlatividades y/o con los horarios	13,50 %
No comprende las explicaciones en clase	6,70 %

3.2. Entrevistas 2019/2020

De las personas invitadas a participar, la gran mayoría no responde a la convocatoria; tres (3) personas responden explícitamente no participar por inconvenientes personales y de disponibilidad horaria. Cuatro (4) personas, identificado como E1, E2, E3 y E4, acceden a la entrevista con las cuales se combina horario y modalidad. Parte de las respuestas dadas por cada participante en torno a los 3 ejes incluidos en la entrevista se muestran en la Tabla III, en la misma los indicadores correspondientes a cada categoría de análisis se muestran en negrita.

Tabla III: Respuestas, indicadores y categorías de análisis organizadas entorno a cada eje de la entrevista.

	E10	E11	E12	E13
Edad	20	20	30	22
Año de aprobación/ Modalidad	2019 presencial	2020 virtual	2020 virtual	2020 virtual
EI/ ER	ER	EI	EI	ER
Trayectoria: Estudios	Bachiller	Técnica (dependiente de la UNR)	Técnica. (dependiente de la UNR) Ing. Civil sin Química en su plan de estudio	Bachiller
Trabaja	No	No	Si	Si
Respuestas a las preguntas del segundo eje	<i>Había tenido (química en el secundario), ... Era muy poco porque era fisicoquímica, se centraba más en física y química estaba muy dejada de lado, entonces era re nuevo para mí ..."</i> (CBI)	<i>En la escuela dimos bastante química, 4 o 5 años de química. Por ahí si siento que por ahí falta una base de química de la secundaria, yo al menos la tuve (CBS), mi novia no y por ahí notábamos la diferencia"</i> (CBI)	<i>En la escuela tuvimos dos químicas, y seguro me ayudo, igualmente las hice mucho tiempo esas materias en la secundaria local los conceptos medio que los tuve que traer todos de nuevo, pero por los menos un pequeño camino de fondo tenía. ... esa parte más básica, ya la tenía mejor (CBS)</i>	<i>Di en el secundario algo de química en Paraguay, aliguito, muy poco, tampoco la re base pero algo"</i> (CBI)
Respuestas a las preguntas del tercer eje	<i>"...esos primeros años son durísimos, son una montaña rusa."</i> "porque para mí química era completamente desconocida. encima que me dicen que es difícil yo nunca vinada de esto" (CBI)	"Es una carencia ya de la secundaria (otras, no a la que fue él) (CBI), pero si podría ser una buena idea hacer un taller opcional para nivelar (NAAP), la verdad" <i>"Se empieza, así, muy de golpe, por ahí, química. Yo lo entendía, pero porque sabía de antes la mayoría de las cosas (CBS)"</i> <i>"Me parece que estaría bueno, mientras sea opcional..."</i> Yo, me parece que no, (no hubiese tomado el curso porque venía preparado de la secundaria)" (CBS)		"Dejé química porque demandaba mucho más tiempo, más dedicación. Luego la recurrí (CBI)" (Recomendación para otros estudiantes) <i>"..."</i> "Una propuesta de nivelación "tiene que ser antes del cursado" "Que sean, no sé, tres semanas, dos antes (del cursado)" ... "con una carga horaria baja... "creo que debería ser virtual así es más cómodo" (NAAP)

Cuestionario C2022:

La aplicación de este instrumento se realiza luego de 7 semanas de cursado, en los días previos a realizarse la 1ra evaluación un momento del cursado en que cada estudiante en base a sus conocimientos previos y a los contenidos afianzados en el cursado intenta encarar con éxito la primera evaluación.

Tabla IV: Porcentaje de estudiantes con CBI previos al cursado de química relevadas en C2022

Conceptos previos	Respuesta de 32 estudiantes (E) (100%) en C2022	
Modelos atómicos	72% (23 E) apenas maneja nociones básicas	16% (5 E) no conoce nada en absoluto
Identificación de sustancias y mezclas	44% (14 E) logra con dificultad, solamente en algunos casos	50 % (16 E) no logra identificar unas de otras.
Representación simbólica de sustancia	50% (16 E) reconoce tener muchas dificultades.	37,5% (12 E) considera no ser capaz en absoluto de lograr la RS de alguna sustancia.
Referente a la Necesidad de Apoyo Académico Previo (NAAP)	75% considera que asistiría; 54 % prefiere realizarlo en marzo junto con el inicio del cuatrimestre; (46%) considera mejor realizarlo en épocas de exámenes previo al inicio del cuatrimestre.	

4. CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo muestran que el porcentaje de recursantes es alto (60% de la comisión en la que se aplica el C2019), que el estudiantado es heterogéneo en sus conocimientos previos y en su desempeño al cursar química (Tablas I y II), y que estudiantes de distintas cohortes que cursan o cursaron Química, consideran adecuado algún tipo de curso introductorio (no presencial) previo al cursado para nivelar aspectos básicos de química e incluso el 75% de quienes responden C2022 sostienen que asistirían al mismo. Este conocimiento no solo surge de los cuestionarios sino de las entrevistas en profundidad realizadas.

Los docentes con anterioridad al 2020 habían considerado la posibilidad de brindar un curso introductorio presencial, sin embargo, la alta carga horaria del estudiantado lo convertía en impracticable y poco razonable. En ese momento, los docentes, no consideraban otra modalidad más que la presencial ya sea por la comodidad o bien por el desconocimiento de la potencia de los recursos que ofrecen las TIC en el ámbito de la educación.

El aprovechamiento de los recursos virtuales durante el 2020, la experiencia de docentes y estudiantes en actividades remotas y las opiniones de estudiantes recabadas en cuestionarios y entrevistas respecto de la necesidad de un curso de nivelación, permiten ahora sacar provecho a los entornos virtuales de aprendizaje y a toda la flexibilidad que estos promueven y concretando un espacio de aprendizaje viable. Tanto docentes como estudiantes de la FCEIA han podido generar vínculos y mantener los procesos de enseñanza aprendizaje durante 2020 a través de la plataforma Moodle, por lo que están muy familiarizados con la variedad de actividades y recursos que ofrece (Relling *et. al.* 2021). Además, dado que se trata de una plataforma con una interfaz de acceso simple y admite diversos formatos como Word, Excel, audio y, videos para la publicación de contenidos hace que sea Moodle la elegida para crear e implementar un curso virtual de nivelación. La propuesta es crear un entorno virtual de aprendizaje el que, como propone Cabero Almenara (2015) presente una amplia oferta informativa, que sea flexible para el aprendizaje, libre de barreras espacio-temporales y en la cual cada estudiante pueda autogestionar sus aprendizajes. En resumen, la propuesta considera:

- Implementar un curso introductorio corto de 3 semanas de duración y de carácter intensivo (7 horas por semana. Con participación voluntaria y cupo máximo de 50 estudiantes para la primera cohorte.
- Se busca sostener experiencias positivas que deja el cursado virtual durante la pandemia, por ello la modalidad de trabajo es virtual y las clases de consulta pueden ser de forma tanto presencial como virtual (Alcázar Pichucho *et. al.* 2022, Relling *et. al.* 2021, Vitale-Alfonso *et. al.* 2022).
- Se proponen actividades sincrónicas a través de GoogleMeet, en lo posible grabar y publicar las actividades en plataforma ya que de acuerdo con Relling *et. al.* (2021) este recurso es considerado muy valioso por estudiantes del 2020 y 2021 (cursado virtual).

- Considerando las ventajas del empleo de TIC descritas por Alcázar Pichucho *et. al.* (2022) se propone atender a las diferentes características personales, estilos de aprendizaje y preferencias del estudiantado, en un entorno de enseñanza centrado en el estudiante. Para ello se proponen actividades asincrónicas con diferentes niveles de dificultad para que cada estudiante a partir de la lectura, la observación y el uso de simulaciones sea capaz de participar, resolver, cuestionar, aprender a reflexionar, describir, discutir, de forma de apropiarse de saberes mínimos a partir de los cuales pueda construir nuevos aprendizajes de la ciencia química. El docente, cobrará importancia en su rol de tutor.

La posibilidad de gestionar desde el seno de la cátedra una instancia de nivelación, en modalidad virtual, remota, no presencial, que permita cubrir la necesidad del estudiantado, es para el grupo GIEQ un nuevo desafío dando mucho más tiempo, para el tratamiento de situaciones problemáticas de interés para los futuros ingenieros no químicos y así contribuir al desarrollo de competencias genéricas y específicas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a UNR por la financiación del Proyecto Código 80120180100604 Caracterización del desempeño de los estudiantes en la asignatura Química de la carrera Ingeniería Civil, FCEIA, UNR, período 2019-2022. Acreditación 2019 11857/2020.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcázar Pichucho, T. M., Parrales Cedeño, K. J., Solorzano Cevallos, L. E., & Arteaga Sánchez, J. A. (2022). El impacto de las TIC en los estudiantes de nivelación durante la pandemia Covid-19. *RECIMUNDO*, 6(suppl1), 275-288.
- Cabero Almenara, J. (2015). Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (1), 19–27. <https://doi.org/10.51302/tce.2015.27>
- De los Santos, E. (2004). Los procesos de permanencia y abandono escolar en educación superior. *Revista Iberoamericana de Educación*, 3(12), 1-7. <https://rieoei.org/historico/deloslectores/628Santos.PDF>
- Díaz Perera, J. J., de Luna Flores, M. del C., & Salinas-Padilla, H. A. (2019). Curso de nivelación algebraica para incrementar el rendimiento académico en estudiantes de ingeniería en un ambiente virtual de aprendizaje. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 9(18), 456 - 489. <https://doi.org/10.23913/ride.v9i18.432>
- Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura [FCEIA] (20 de septiembre 2022). *Ingreso 2023*. <https://web.fceia.unr.edu.ar/es/informacion-ingresantes/ingreso-2023-cursos.html>
- Hernández Sampieri, R. (2014) Metodología de la investigación. McGraw Hill Education. 6ª Edición, 250. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(suppl1\).junio.2022.275-288](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(suppl1).junio.2022.275-288)
- Moreno, J. E. y Chiecher, A. C. (2019). Abandono en carreras de ingeniería. Un estudio de los aspectos académicos, sociodemográficos, laborales y vitales. Cuadernos de investigación Educativa. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/4436/443663068005/html/>
- Munizaga, F., Cifuentes, M., & Beltrán, A. (2018). Retención y abandono estudiantil en la Educación Superior Universitaria en América Latina y el Caribe: Una revisión sistemática. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 26(61). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6584752>
- Odetti, H.S.; Falicoff, C.B.; Ortolani, A.E.; Kranewitter, M.C. (2010) Búsqueda de Indicadores que Permiten Analizar la Permanencia en el Primer Año de las Carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología de la UNL. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología* 2 (1): 13-29. <https://exactas.unca.edu.ar/riecyt/VOL%202%20NUM%201/Archivos%20Digitales/Doc%20RIECyT%20V2-1-1.pdf>
- Relling V. M., Disetti M. E., Bosco L. y Rodríguez C. S. (2021) Lo que la pandemia nos dejó. Actas Congreso Argentino y Latinoamericano de Ingeniería 2021: CADI CLADICAEDI 2021; editado por Luis Fernández



- Luco...[et al.].- Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 183 https://www.researchgate.net/publication/355339220_actascongreso_argentino_y_latinoamericano_de_ingenieria_2021_cadi_cladi_caedi_2021
- Torrado Fonseca, Mercedes (2009). Manuales de metodología de investigación educativa. En C. Rafael Bisquerra Alzina (coord.) Estudios de encuesta (231-257). Editorial La Muralla, S.A, Madrid
- Universidad Nacional de Rosario (20 de septiembre 2022). *Curso Preuniversitario* <https://unr.edu.ar/ingresantes/>
- Vasilachis, I. (1992). Métodos cualitativos I. Los problemas teórico-epistemológicos. Buenos Aires, Argentina:Centro Editor de América Latina.
- Vitale-Alfonso, A. M., Ramírez-Stout, O., & Wong-Matos, B. (2022). Curso propedéutico de matemática entiempos de COVID-19. *Revista De Investigaciones Universidad Del Quindío*, 34(2), 138–147. <https://doi.org/10.33975/riug.vol34n2.984>