

Educación en la Química

Volumen 30

Número 1

ISSN 0327-3504

ISSN-en línea 2344-9683

Revista de la Asociación de Educadores
en la Química de la República Argentina



ADEQRA

2024

Educación en la Química

ISSN 0327-3504 ISSN-en línea 2344-9683

Revista de la Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina (ADEQRA).

Educación en la Química (Título clave abreviado: *EDENLAQ*) es una publicación semestral abierta al mundo que busca contribuir a la interrelación entre los docentes y los investigadores de las ciencias químicas y de la educación en la química. En ella, se dan a conocer resultados de investigaciones en didáctica de la química, experiencias de innovación considerando las aulas y los laboratorios extendidos, avances tecnológicos, noticias científicas, y todo otro aporte original que promueva el enriquecimiento y la profesionalización de las y los docentes de química.

La revista EDENLAQ se distribuye gratuitamente en línea siguiendo una licencia Creative Commons 4.0 Atribución – NoComercial – Sin Derivadas. Se autoriza la reproducción total o parcial de los materiales citando la fuente. El contenido de los artículos es responsabilidad de sus autores. Sin embargo, el Equipo Editorial se reserva el derecho de excluir aquellas contribuciones que no respondan a las normas de ética vinculadas a la investigación educativa y a la enseñanza de las ciencias, así como también aquellas que no correspondan al ámbito de incumbencia de la revista.

La comunidad de lectoras/es podrá enviar ideas, sugerencias y artículos que puedan resultar de utilidad a todas las personas interesadas en la educación en la química.



ADEQRA



OJS / PKP

OPEN ACCESS



Malena



Comité Editorial:

Directora

María Gabriela Lorenzo
Universidad de Buenos Aires - CONICET

Directora Emérita

Luz Lastres Flores
Universidad de Buenos Aires

Editor Asociado

Germán Hugo Sánchez
Universidad Nacional del Litoral

Editoras de Secciones

Andrea Soledad Farré
Universidad Nacional de Río Negro Sede Andina - CONICET
Andrea Silvana Ciriaco
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
Norma Beatriz Jones
Instituto Superior de Formación Docente N°808

Comité Académico Nacional

Alfio Zambon *Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina*
Adriana Bertelle *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina*
Ana Beatriz Fuhr Stoessel *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina*
Andrés Raviolo *Universidad Nacional de Río Negro, Argentina*
Celia Edilma Machado *Universidad Nacional de Rosario, Argentina*
Cristina Iturralde *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina*
Erwin Baumgartner *Universidad Austral, Argentina*
Héctor Santiago Odetti *Universidad Nacional del Litoral, Argentina*
José Galiano *Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina*
Juan Manuel Rudi *Universidad Nacional del Litoral, Argentina*
Ligia Quse *Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*
Liliana Lacolla *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Lydia Galagovsky *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
María Basilisa García *Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina*
Marina Masullo *Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*
Marisa Repetto *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Marta Bulwik *exISP Joaquín V. González, Buenos Aires, Argentina*
Martín Gabriel Labarca *Universidad de Buenos Aires - CONICET, Argentina*
Miria Baschini *Universidad Nacional del Comahue, Argentina*
Norma D'Accorso *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Sandra Hernández *Universidad Nacional del Sur, Argentina*
Silvia Porro *Universidad Nacional de Quilmes, Argentina*
Silvina Reyes *Universidad Nacional del Litoral, Argentina*
Teresa Quintero *Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina*

Comité Académico Internacional

Alicia Benarroch Benarroch *Universidad de Granada, España*
Anelise Grunfeld de Luca *Instituto Federal Catarinense, Brasil*
Ángel Blanco López, *Universidad de Málaga, España*
Aureli Caamaño Ros *Sociedad Catalana de Química, España*
Bruno Ferreira Dos Santos *Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil*
Cristian Merino Rubilar *Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile*
Diana Parga *Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia*
Gabriel Pinto Cañón *Universidad Politécnica de Madrid, España*
Isabel Martins *Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil*
Johanna Camacho *Universidad de Chile, Chile*
Kira Padilla *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Natalia Ospina Quintero *Universidad Simón Bolívar, Colombia*
Núria Solsona Pairó *Universidad Autónoma de Barcelona, España*
Plinio Sosa Fernández *Consejo Editorial de las revistas Educación Química y Acta Universitaria, México*
Rafael Amador Rodríguez *Universidad del Norte, Colombia*
Vicente Talanquer *University of Arizona, Estados Unidos*

ADEQRA, Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina, es una asociación sin fines de lucro que reúne a docentes de los diferentes niveles educativos de nuestro país, interesados en la formación y capacitación continua.

Entre los fines y objetivos de la Asociación pueden citarse:

- Procurar que la enseñanza de la Química sea cada vez más significativa y eficiente en todo el país y en los distintos niveles educativos.
- Promover el estudio y la investigación en la enseñanza de la Química en todos los niveles.
- Fomentar el intercambio y la comunicación entre personas y las instituciones dedicadas a la enseñanza de la Química.
- Contribuir al perfeccionamiento profesional de sus asociados mediante la divulgación de información científica, metodológica y de temas de interés común.
- Suscitar la inquietud de los docentes de Química por temas que contribuyan a ubicarlos frente a los problemas fundamentales de carácter científico y técnico que enfrenta el país.

Comisión Directiva

En la Asamblea celebrada en el 18 REQ, el 7 de agosto de 2018, se ratificó la nueva comisión directiva, que quedó conformada de la siguiente manera:

Presidente:	Teresa Quintero	<i>UNRC</i>
Vicepresidente:	Miriam Gladys Acuña	<i>UNaM</i>
Secretaria:	Andrea Ciriaco	<i>UNPSJB</i>
Prosecretaria:	Ana Basso	<i>UNC</i>
Tesorera:	Marcela Susana Altamirano	<i>UNRC</i>
Vocal 1°:	Sandra Hernández	<i>UNS</i>
Suplente:	Miriam Gladys Acuña	<i>UNaM</i>
Vocal 2°:	Germán Hugo Sánchez	<i>UNL</i>
Suplente:	Andrea Soledad Farré	<i>UNRN</i>
Revisores de Cuentas:		
	1°: Carlos Matteucci – Andrés Raviolo	<i>UNRN</i>
	2°: Marina Masullo	<i>UNC</i>
	3°: Héctor Odetti	<i>UNL</i>

Tabla de Contenidos

Editorial

EDENLAQ volumen 30: treinta y cinco años comunicando avances para la Educación en la Química en Argentina y el mundo
Germán Hugo Sánchez y María Gabriela Lorenzo 1-5

Investigación en Didáctica de la Química

Recursos educativos abiertos antes y durante la pandemia. El rol de las imágenes en las propuestas de enseñanza y aprendizaje
Tania A. Curin Nuñez, Andrea S. Farré y Andrés Raviolo 6-21

Innovación para la Enseñanza de la Química

Utilizando el ácido acetilsalicílico como eje conductor para la enseñanza de la Química
Ayelén Florencia Crespi, María Florencia Leal Denis, Mariana Hamer y Juan Manuel Lázaro-Martínez 22-30

Una propuesta innovadora para la enseñanza de disoluciones en Química General
Tatiana Edith Vergara 31-46

El reciclado de latas en el nivel universitario: Aportes de la Psicología Ambiental y la Didáctica a la Química Inorgánica
Germán E. Gomez, Luciana Comerci, Romina Nieves, Jorge A. Díaz, Carolina E. Cerizola, Johana Martin y Fernán D. U. Sarmiento 47-58

Propuesta didáctica para el aprendizaje de Química Inorgánica en estudiantes de bachillerato
Freddy E. Santana Giler, Yulixis Cano, Wilson Rengifo Mendoza y Stefanni Chinga López 59-68

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

Una mirada con perspectiva de género sobre Dominga C. Lanza, primera Doctora en Química de la UNLP
Paula Bergero 69-80

Diez criterios para un abordaje educativo de la Ley de Promoción de la Alimentación Saludable en Argentina
Damian Alberto Lampert, Dario Marcelino Cabezas y Silvia Porro 81-94

Incidencia de Química General en el rendimiento académico de las carreras de Ingeniería
María Virginia Güizzo López, Miguel Angel Castillo, Sofía Zacur Vercellone, María A. Aparicio, Norma B. Moraga 95-106

El premio Nobel de Química 2023
Luz Lastres 107-117

XX Reunión de Educadores en la Química de la República Argentina
Andrea Silvana Ciriaco 118-122

Congresos, jornadas, seminarios de aquí y de allá...
Andrea S. Farré 123-128

Editorial

EDENLAQ VOLUMEN 30: TREINTA Y CINCO AÑOS COMUNICANDO AVANCES PARA LA EDUCACIÓN EN LA QUÍMICA EN ARGENTINA Y EL MUNDO

En la década de los 80 y con el retorno a la democracia se fue recuperando cierta vocación por la renovación de viejas prácticas y de ponerse a tono con el nuevo espíritu de la época. Se hizo evidente la necesidad de debatir y discutir ideas y de trabajar de manera colaborativa para actualizar el trabajo docente. Fue así que, a mediados de la década de 1980, los profesores de química se reunieron y fundaron una asociación federal para el mejoramiento de la enseñanza de la química en todo el país (ADEQRA). Dentro de las estrategias para lograr este objetivo, pocos años más tarde, en 1990, se publicó el primer número de nuestra querida revista *Educación en la Química (EDENLAQ)*.

Por aquel tiempo, la revista se publicaba en forma impresa y se distribuía por correo postal entre las diferentes filiales y miembros de la Asociación. A lo largo de los años, la revista *EDENLAQ* fue atravesando diferentes etapas acomodándose a los ritmos institucionales y nacionales (Figura 1).

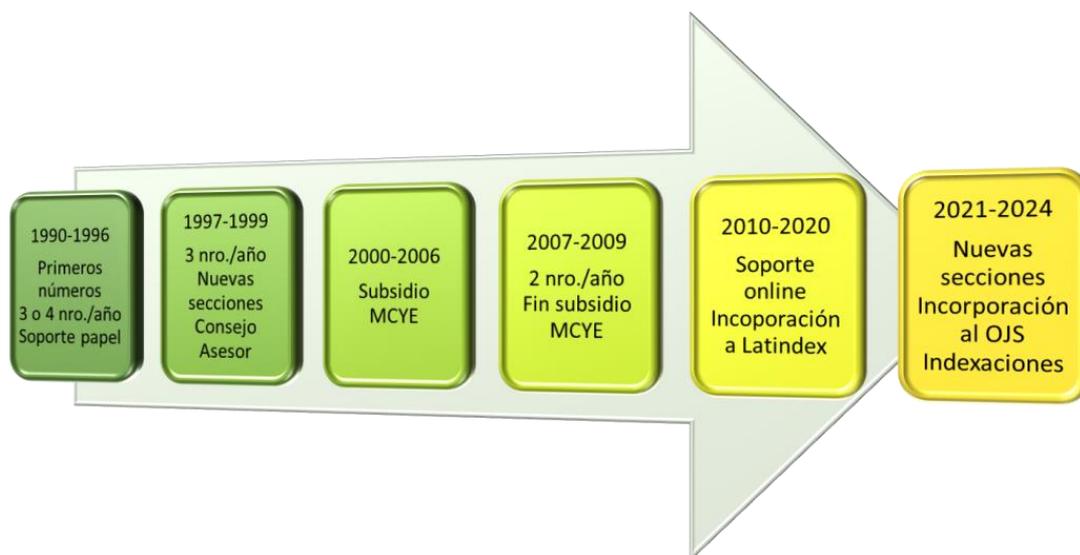


Figura 1. Etapas de publicación de EDENLAQ a lo largo del tiempo.

Y así, paso a paso, alcanzamos la publicación del volumen 30 que se nutre de toda la experiencia recogida durante de más de treinta años.

Nuestra revista, con el transcurso del tiempo, ha publicado numerosos artículos de investigación y de innovación didáctica, conocimiento fundamental para la formación y la actualización de profesoras y profesores en Química. Diferentes referentes de nuestro país, de Iberoamérica y del

Mundo han participado como autores contribuyendo con nuevos conocimientos fuertemente anclados en nuestro territorio y publicando en nuestro idioma, contribuyendo al circuito lingüístico de publicaciones científicas en Latinoamericana (Salatino, 2022). En este sentido, nuestras páginas han sido y son utilizadas en las aulas de formación de profesoras y profesores a lo largo y ancho de nuestra Nación, posibilitando una distribución de conocimiento producido por los trabajos de investigación en Educación en la Química y las diferentes Innovaciones didácticas publicadas en *EDENLAQ*. En sintonía con Nieto Ratero, Seguro Romero y Bonifácio (2023), creemos que nuestra revista resulta esencial para la promoción de políticas educativas en nuestra región.

Esta mirada retrospectiva nos llevó a preguntarnos ***de qué manera había impactado la revista en las biografías y trayectorias profesionales de nuestros lectores y autores***. Entonces, y apelando a nuestros hábitos de reflexionar sobre la propia práctica y los análisis metacognitivos, les ofrecemos una breve revisión de cómo nos fuimos vinculado con *EDENLAQ*.

Creemos que la gran mayoría de nosotras y nosotros hemos comenzado como lectores de los diferentes artículos y propuestas que en cada volumen nos ofrecía la revista. Aún recordamos con gran emoción y expectativa nuestros primeros envíos para ser considerados para su publicación.

Yo, Germán, tuve mi primer acercamiento a la revista como lector en la búsqueda de ampliar mis conocimientos como profesor de Química en la escuela secundaria y en la universidad. En aquel momento, los artículos nuevos de la revista eran de acceso exclusivo a los socios de ADEQRA, por lo que decidí sumarme a la Asociación para poder acceder a los nuevos números apenas fueran incluidos en la revista. Publiqué mi primer trabajo (Sánchez, Odetti y Lorenzo, 2016) en la revista en el volumen 22, por el año 2016, donde también envié una reseña de un evento científico. Desde entonces participé como colaborador en la publicación de diferentes reseñas a eventos científicos, traducción académica de textos con docentes de otras latitudes y la corrección de estilo de los artículos. Luego, tuve la posibilidad de revisar trabajos en calidad de árbitro o revisor (desde 2016 a 2019). Participé del comité editorial de la revista en calidad de colaborador desde julio de 2019, con la publicación del segundo número del volumen 25 y, desde marzo de 2021 junto a la inclusión de la revista en el sistema OJS, tengo la responsabilidad de ser Editor Asociado. Los distintos roles que he tomado en la revista acompañan mi desarrollo profesional, la obtención de mi título de grado, la realización de mi doctorado, los concursos docentes en escuela media y en universidad, por lo que seguiré apostando al crecimiento colectivo de nuestra revista y de nuestra asociación.

Yo, Gabriela, publiqué mi primer trabajo en el año 1998 y a partir de entonces intenté contribuir con diferentes artículos. Lo que más me enorgullece es que 15 de mis 19 artículos fueron publicados en colaboración con otros autores. Fueron 25 profesoras y profesores de ciencias en

ejercicio, algunos realizando carreras de posgrado y para muchos de ellos, el artículo publicado en *EDENLAQ* constituyó su primera publicación académica. Entre los artículos publicados aparecen tanto artículos teóricos como propuestas de innovación y experiencias didácticas, como por ejemplo aquel dedicado al trabajo en pequeños grupos en clases de ciencia (Lorenzo, 2009). Pero además, la revista también me brindó la posibilidad de publicar otro tipo de textos como entrevistas a destacados profesores de química, reseñas a congresos o eventos científicos, resúmenes de tesis y actualizaciones disciplinares de interés para la enseñanza y finalmente, estas editoriales. La revista *EDENLAQ* también me dio la oportunidad de iniciarme como árbitro o revisora de artículos sometidos a evaluación; y debo decir que ha sido una de las actividades formativas más enriquecedora que he realizado en mi carrera. Finalmente, fui honrada con el cargo de directora de la revista, un lugar de mucha responsabilidad por su historia, por el desafío que nos impone una realidad cambiante, por el futuro incierto que nos convoca a que nuestra revista siga siendo un instrumento para toda la comunidad docente que los acompañe en el enriquecimiento de su enseñanza para promover mejores aprendizajes.

En este primer número del volumen 30, se publican ocho artículos originales, una traducción académica y una reseña de congreso.

En la sección *Investigación en Didáctica de la Química* se publica un artículo original, Curin Nuñez, Farré y Raviolo analizan y comparan las imágenes disponibles en diferentes recursos educativos abiertos en un portal argentino publicados antes y durante la pandemia.

En la siguiente sección, *Innovación para la Enseñanza de la Química*, se recopilan cuatro artículos originales, los tres primeros correspondiéndose a nuevas iniciativas para las aulas universitarias en nuestro país y una propuesta llevada adelante en las aulas de bachillerato de Ecuador. En primer lugar, Crespi, Leal Denis, Hamer y Lázaro-Martinez presentan una propuesta llevada adelante en la Universidad de Buenos Aires entre dos asignaturas, utilizando al ácido acetilsalicílico como eje conductor transversal; más adelante, Vergara comunica avances en el abordaje del tema disoluciones en la asignatura de Química General, implementada en la Universidad Nacional del Chaco Austral; continuando, Gómez, Comerci, Nievas, Díaz, Cerizola, Martin y Sarmiento, hacen un planteamiento integral utilizando el reciclaje de latas de aluminio como eje central para recuperar diferentes contenidos para la carrera de Químico Analista en la Universidad Nacional de San Luis; para cerrar esta sección, llega una experiencia realizada en Ecuador por Santana Giler, Cano, Rengifo Mendoza y Chinga López para el aprendizaje de Química Inorgánica en el bachillerato, analizando su aplicación tomando las voces de estudiantes y docentes.

Finalmente, en la sección *La Educación en la Química en Argentina y el Mundo*, se incluyen tres artículos originales: Bergero rastrea y recupera información sobre la primera Doctora en Química de la Universidad Nacional

de La Plata, Dominga Lanza, analizándola con perspectiva de género; Lampert, Cabezas y Porro describen diez criterios que permitan incluir aspectos de la Ley de Promoción de Alimentación Saludable y el etiquetado frontal de alimentos en las aulas de Química; mientras que Güizzo López, Castillo, Zacur Vercellone, Aparicio y Moraga analizan datos respecto al cursado de Química General en la Universidad Nacional de Salta, reflexionando sobre cómo impactan los análisis sobre las trayectorias académicas en las prácticas educativas. Además, en esta sección se incluyen una traducción académica de información sobre los galardonados con el premio Nobel en Química del 2023 y un informe sobre la XX Reunión de Educadores en la Química realizada a finales de 2023 de manera virtual en Comodoro Rivadavia. Por último, se incluye nuestro tradicional informe con datos sobre próximos eventos, seminarios y congresos que la Doctora Farré compila para nuestra comunidad.

Finalmente, como en cada ocasión, les recordamos que el envío de artículos para ser sometidos a evaluación se encuentra siempre abierta y que esperamos sus contribuciones. Pero esta vez, además, los convocamos para un **apartado especial** del **Volumen 30** en donde pueden presentarse revisiones, estudios narrativos o bibliométricos que recuperen diferentes temas, autores, experiencias, enfoques a lo largo de la existencia de la revista *EDELAQ*, a modo de ejemplo, pueden consultarse los trabajos de Ciriaco, Jones y Pereyra (2020) y Ciriaco (2021). A su vez, invitamos a quienes hayan participado como autoras o autores en la **XX Reunión de Educadores en la Química (REQ)** a enviar sus trabajos ampliados como artículos completos para ser evaluados y considerados para su publicación en los próximos números.

Germán Hugo Sánchez y María Gabriela Lorenzo

Dirección Editorial

Enero de 2024

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ciriaco, A. S. (2021). Las publicaciones sobre la enseñanza del lenguaje químico en EDELAQ. *Educación en la Química*, 27(2), 174-182. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/56>
- Ciriaco, A. S., Jones, N. B. y Pereyra, M. V. (2020). Revisión bibliográfica sistematizada: tendencias y cambios en la enseñanza de la química argentina. *Educación en la Química*, 26(2), 139-152. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/80>
- Lorenzo, M. G. (2009). Cuando formar grupos es contenido de este curso. *Educación en la Química*, 15(1), 54-65.

- Nieto Ratero, Á., Seguro Romero, P. M. y Bonifácio, E. (2023). *Revista de educación*, 400, 181-206. <https://hdl.handle.net/11162/244923>
- Salatino, M. (2022). Los circuitos lingüísticos de la publicación científica latinoamericana. *Tempo Social*, 34(3), 253-273. <https://doi.org/10.11606/0103-2070.ts.2022.201928>
- Sánchez, G. H., Odetti, H. S. y Lorenzo, M. G. (2016). Conocimiento didáctico de profesores universitarios sobre los trabajos prácticos de química inorgánica. *Educación en la Química*, 22(02), 111-124. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/248>

Investigación en didáctica de la Química

RECURSOS EDUCATIVOS ABIERTOS ANTES Y DURANTE LA PANDEMIA. EL ROL DE LAS IMÁGENES EN LAS PROPUESTAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Tania A. Curin Nuñez, Andrea S. Farré, Andrés Raviolo

Universidad Nacional de Río Negro, Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Cs. Naturales (LIDCiN)

E-mail: asfarre@unrn.edu.ar

Recibido: 28/04/2023. Aceptado: 04/10/2023.

Resumen. La pandemia puso el foco en los recursos educativos abiertos. Desde el año 2000, en nuestro país, los y las docentes pueden acceder a ellos mediante el portal Educ.ar. En este artículo documentamos los recursos disponibles en dicho portal. Además, analizamos y comparamos las imágenes estáticas presentes en las propuestas de aprendizaje y enseñanza publicadas antes y durante la pandemia. El 45% de los recursos consistieron en videos, existiendo un 18% de actividades destinadas a estudiantes y un 15% de propuestas de secuencias didácticas, el resto corresponden a otros materiales textuales, audios, enlaces rotos, etc. Encontramos diferencias en la cantidad, calidad y función comunicativa de las imágenes, dependiendo de si los recursos se publicaron antes o durante la pandemia. Los materiales producidos durante la pandemia tenían menos imágenes que los anteriores. El escaso uso de estos recursos durante la pandemia pudo haber estado más influenciado por el tipo de recursos disponibles que por la forma en que se incluyeron las imágenes.

Palabras clave. recursos educativos abiertos, imágenes, portal Educ.ar.

Open educational resources: the role of images in teaching and learning proposals

Abstract. The pandemic put the spotlight on open educational resources. Since the year 2000, in our country, teachers can access them on the Educ.ar portal. In this work, we documented the available resources in that portal. In addition, we analysed and compared static images in the learning and teaching proposals available on that portal published before and during the pandemic. The 45% of the resources consisted of videos, 18% were students' activities, and 15% were proposals for pedagogical sequences, the rest correspond to other textual materials, audios, broken links, etc. We found differences in image quantity, quality, and communicative function, depending on whether the resources were published before or during the pandemic. Materials produced during the pandemic had fewer images than those before. The scarce use of these resources during the pandemic may have been more influenced by the type of resources available than by the way in which the images were included.

Keywords. open educational resources, images, Educ.ar portal.

INTRODUCCIÓN

La pandemia y la enseñanza remota de emergencia hicieron que cobraran importancia los recursos educativos abiertos. Es decir, los "(...) *materiales de enseñanza, aprendizaje e investigación que utilizan herramientas apropiadas, como las licencias abiertas, para permitir su libre reutilización,*



su mejora continua y su adaptación por terceros con fines educativos.” (UNESCO, 2019, p.22). La importancia se debe a que dichos recursos ayudaron a los y las docentes a sobrellevar los problemas de falta de tiempo y los desafíos que implicaba la planificación de clases en ese contexto inesperado (Huang et al., 2020). Actualmente, a pesar de haber retomado la presencialidad plena, los recursos siguen siendo relevantes porque pueden ayudar a los y las docentes en sus planificaciones y servir a los y las estudiantes para el aprendizaje autónomo.

Durante el aislamiento, en nuestro país, el Ministerio de Educación de la República Argentina diseñó y publicó este tipo de recursos mediante el programa “Seguimos Educando” (Resolución 106/2020) con el fin de acompañar la continuidad pedagógica. En su momento se pusieron a disposición en un portal de Internet, además dentro del programa se incluyó programación de televisión y radio. También desde el año 2000, y en forma continuada desde el portal Educ.ar (Decreto Nacional 383/2000) se asiste la enseñanza y el aprendizaje de distintas áreas de conocimiento. Dicho portal tuvo amplia difusión a partir de que se implementara otra política de estado que implicaba la promoción de la inclusión digital por medio del Programa Conectar Igualdad (Decreto Nacional 459/2010).

A pesar de la disponibilidad de estos recursos, en la encuesta para evaluar la continuidad pedagógica realizada durante el año 2020 se evidenció un bajo uso de los recursos disponibles (Ministerio de Educación Argentina, 2020). También en la misma encuesta se puede leer que los y las docentes de Ciencias Naturales eligieron trabajar con materiales didácticos tradicionales como los libros de texto, o crear sus propios materiales o seleccionar otros materiales disponibles en la Internet. En este sentido nos preguntamos si el poco uso se debió al tipo de materiales disponibles y las posibilidades de uso en un contexto donde la conectividad en muchos lugares era muy limitada tan como lo demuestra la misma encuesta. Otra pregunta que surge también es sobre la calidad de los mismos, entendida en términos de los aprendizajes que promueven y las estrategias didácticas implicadas. Los aspectos pedagógico-didácticos deberían considerarse en la creación y producción de este tipo de recursos tanto como los componentes tecnológicos y los de producción (Gómez Marín et al., 2021).

Esta pregunta sobre la calidad fue abordada por Espinoza-Cara et al. (2021) al analizar las estructuras retóricas de los textos de química de los primeros cinco cuadernillos de los nueve creados tanto para el ciclo básico y el ciclo orientado. Los y las investigadores/as encontraron dos tipos de estructuras retóricas. Uno de estos tipos correspondía a una estructura ciencia dogmática-afirmativa y un modelo didáctico transmisivo y otro tipo de estructura en la que predominan los hechos de la vida cotidiana. Igualmente, en todos los casos, se evidenció una enseñanza tradicional, no recomendada desde el punto de vista didáctico. Así, los y las autores/as alientan a seguir la línea de investigación, analizando de forma exhaustiva la calidad de los materiales.

Uno de los aspectos importantes a analizar es el uso que realizan de las representaciones, ya que como indica Raviolo (2019), existen numerosas investigaciones que dan cuenta de que los y las estudiantes no solo

prefieren que se empleen imágenes en la enseñanza, sino que además se aprende más profundamente si se emplean imágenes y palabras que si solamente se utilizan palabras. Esto es así porque quien aprende tiene el doble de oportunidades y diferentes modos de acceso al integrar palabras e imágenes. Además, como señalábamos antes, en el contexto argentino existieron problemas de conectividad y falta de disponibilidad de computadoras entre los y las estudiantes. Problemas que en muchos casos subsisten en la presencialidad. Por lo tanto, han resultado y resultan muy relevantes los materiales textuales en los que se incluyen imágenes estáticas.

En función de lo antedicho los objetivos del presente trabajo son:

- Documentar el tipo de recursos educativos abiertos presentes en los portales educativos del Ministerio de Educación de la República Argentina y analizar su posible uso en el contexto de la enseñanza remota de emergencia y en el contexto actual.
- Analizar la función de las imágenes estáticas en las propuestas de aprendizaje y enseñanza y compararlas ya sea que estas propuestas fueran diseñadas previamente o producidas durante la pandemia.

LAS IMÁGENES Y EL DISEÑO DE MATERIALES DIDÁCTICOS

Como indicábamos las imágenes son importantes en la enseñanza, pero su importancia es mucho mayor en el caso de las ciencias naturales, dada la diversidad de modelos existentes. Frigg y Hartmann (2020) indican que entre los modelos podemos encontrar objetos físicos como los modelos moleculares, objetos ficcionales o entidades abstractas, como por ejemplo el modelo atómico de Bohr, modelos matemáticos que se representan en ecuaciones más o menos complejas, o descripciones más o menos estilizadas de un sistema relevante, o combinaciones de todos ellos. En general estos modelos se comunican y representan empleando imágenes, con lo cual la variedad de estas últimas puede resultar muy grande. Además, la química tiene la particularidad de que las imágenes se utilizan para representar los niveles macroscópico, submicroscópico, simbólico y gráfico (Talanquer, 2011).

La complejidad del conocimiento científico, y la presentación del mismo en distintos niveles de organización o representación, explica entonces la necesidad de emplear un lenguaje multimedia para comunicar y enseñar química. Un lenguaje que combine palabras con imágenes, diagramas, gráficas, ecuaciones, tablas y otras formas de representación visual y matemática (Lemke, 2002). Para la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, las imágenes y palabras sobre un contenido no son equivalentes, más bien tienen una naturaleza complementaria, el significado de las palabras se modifica con las imágenes y las palabras dotan de sentido a las imágenes. El esfuerzo cognitivo de integrar palabras e imágenes, de construir conocimiento y vinculaciones con el conocimiento previo, produce aprendizajes significativos (Mayer, 2014).

Tanto las palabras, como las fórmulas matemáticas, son representaciones descriptivas o simbólicas que no guardan relación icónica con lo que

representan y sirven mayormente para expresar conocimientos abstractos. En tanto las imágenes se las puede clasificar adaptando algunas de las clasificaciones existentes (Perales y Jiménez, 2002; Raviolo, 2010) en: (a) fotos y dibujos realistas o figurativos (imitan la realidad), (b) diagramas: imágenes simplificadas que se centran en las relaciones prescindiendo de detalles, pueden combinar aspectos macroscópicos, submicroscópicos y simbólicos (incluye los dibujos esquemáticos: diagramas en la que al menos una parte es figurativa), (c) visualizaciones de modelos, como diagramas de partículas (conjunto de moléculas, iones, átomos), diagramas de partícula (por ej. distintas representaciones de una molécula), ecuaciones químicas con partículas, etc., (d) fórmulas: fórmulas y ecuaciones químicas en las que se emplean símbolos químicos, (e) tablas, (f) gráficos, (g) esquemas o redes conceptuales.

Dentro de las imágenes utilizadas en la Química, los diagramas o dibujos esquemáticos son de especial interés por su difundido uso (Cheng y Gilbert, 2009). Estos dibujos suelen mostrar relaciones entre distintos niveles de representación de la materia y, por lo tanto, combinan realidad y modelo. Estas características hacen que sean de especial dificultad en cuanto a su comprensión (Raviolo, 2015). Los diagramas y dibujos esquemáticos son imágenes construidas con la intención de transmitir ciertas ideas, y para ello recurren a simplificaciones del objeto o fenómeno que están representando. También se emplean frecuentemente imágenes de modelos moleculares, las cuales poseen fines comunicativos y ayudan a cumplir las funciones descriptivas, explicativas y predictivas de los modelos. Otro caso que es importante mencionar es el de las fórmulas químicas, principalmente las empleadas para representar los compuestos orgánicos. Estas fórmulas son, al mismo tiempo, simbólicas y modélicas o icónicas y en función de la forma en que se las emplee en el material didáctico, es decir en función del aspecto que se destaque, será la utilidad que tengan y lo que los y las estudiantes puedan aprender (Farré et al., 2014).

Las características mencionadas de las representaciones externas utilizadas para la enseñanza de la química constituyen un desafío al momento de diseñar materiales y recursos didácticos. En el caso cada vez más frecuente de que se empleen múltiples representaciones en un mismo material, deberían considerarse el tipo de combinaciones (Mayer, 2014), ya sean las mismas:

- *Complementarias*: cuando las representaciones brindan distintos tipos de información,
- *Facilitadoras*: cuando el uso de una de ellas permite el entendimiento de otra menos familiar o más compleja, o
- *Constructivas*: cuando a través de su integración se adquiere un entendimiento profundo del tema.

Estas combinaciones no son puras, y el rol que juegan las representaciones múltiples depende mucho de los conocimientos previos y objetivos de lectura. De hecho, hay que ser cautos en la inclusión de un número muy grande de representaciones porque no necesariamente esto beneficia el aprendizaje. Esto es así porque el o la estudiante debe comprender los aspectos implícitos de cada una de las imágenes y relacionarlas para

construir un modelo mental integrado. Por ejemplo, se ha evidenciado con el uso de animaciones que utilizan representaciones de los diferentes niveles de la química que, al visualizarlas, los únicos que pueden interpretarlas son quienes tienen un conocimiento previo del tema (Raviolo y Farré, 2017).

Además, en cuanto a cada imagen por separado, Clarck y Lyons (2011) plantean que no existe una fórmula directa que ayude a pensar qué imagen es mejor incluir en un material. No obstante, indican que es recomendable considerar las funciones comunicacionales y psicológicas de cada una de las representaciones utilizadas. La función comunicacional depende si las representaciones son empleadas con fines:

- *Decorativos*: ya sean incluidas con fines estéticos, humorísticos o motivacionales.
- *Representativos*: para ilustrar en forma realista algún contenido. Por ejemplo, cuando se incluye alguna fotografía de un aparato de laboratorio.
- *Explicativos*: este fin quizás pudiera ser el más importante en la enseñanza. Las autoras definen cuatro categorías de imágenes que pueden cumplimentar este fin: las *organizacionales* (que plantean relaciones cualitativas entre los contenidos, como por ejemplo los mapas conceptuales), las *relacionales* (que plantean relaciones cuantitativas entre dos variables, como los gráficos), las *transformacionales* (que comunican cambios en el tiempo o en el espacio (como las figuras que muestran reactivos y productos de una reacción) y por último las *interpretativas* (que ayudan a los y las estudiantes a entender los eventos o procesos que son invisibles y/o abstractos (como los diagramas de partículas).
- *Mnemotécnicas*: para ayudar a la memorización.

En tanto, la función psicológica puede ser clasificada en función de si:

- *Apoyan la atención*: al enfocar la atención en los elementos importantes y minimizan la atención dividida.
- *Activan los conocimientos previos*: como por ejemplo los organizadores previos gráficos que hacen de puente entre lo que el/la estudiante ya sabe y lo que debería saber.
- *Minimizan la demanda cognitiva*: es decir que disminuya el trabajo mental innecesario que se le impone a la memoria de trabajo durante el aprendizaje.
- *Ayudan a construir modelos mentales*: esta sería la función principal en este contexto y la cumplen las imágenes que puedan ayudar a los aprendices a construir nuevos recuerdos en la memoria de largo plazo y/ apoyen la comprensión. Podría decirse en líneas generales que toda imagen que tenga una función comunicativa explicativa en principio ayudaría a construir modelos mentales.
- *Ayudan a transferir aprendizajes a otras situaciones*: Son imágenes que luego puedan ser recuperadas en el momento de realizar una actividad.

Por ejemplo, si se le plantea al estudiantado realizar el montaje de un aparato de destilación es importante que se incluyan diagramas o fotos que lo ayuden en el momento del montaje.

- *Apoyan la motivación*: Se trata de imágenes que ayuden a los y las estudiantes a ver la relevancia y el valor del material didáctico y de esta manera despierten el interés. Un organizador previo en algunos casos además de activar los conocimientos previos puede también apoyar la motivación.

Es decir, existen múltiples factores que debieran ser tenidos en cuenta con respecto a lo que implica la inclusión de imágenes en los materiales didácticos y que darían cuenta de la calidad de los mismos.

METODOLOGÍA

Para la documentación de los recursos y el análisis de las imágenes, se trabajó con lo presentado en el portal Educ.ar, dado que los recursos del portal *Seguimos Educando* fueron absorbidos por este. Para la documentación se utilizaron como filtros de búsqueda el nivel (secundario) y además de la asignatura (Química). Hacia finales del año 2021 el número de recursos ascendía a 368. Sin embargo, durante el año 2022 se constataron cambios en la plataforma y al momento de esta investigación se contabilizan 248.¹ Cabe aclarar, que las nueve series de cuadernillos producidos durante el 2020, si bien también se pueden encontrar en la plataforma, no estaban disponibles utilizando los criterios de búsqueda señalados anteriormente. Con lo cual además de los 248 recursos listados se sumaron a la documentación, 25 actividades en los que se desarrollaban contenidos relacionados con la química, pertenecientes a dichos cuadernillos, con lo que el número de recursos total analizados fueron 273.

Los recursos fueron clasificados en función de si eran textuales, de audio o videos y el destinatario. Las categorías que se emplearon fueron: videos, materiales textuales en los que no se incluían actividades, actividades que estaban destinadas a estudiantes y secuencias didácticas destinadas a docentes para su implementación áulica. Se documentó la cantidad de recursos producidos durante la pandemia. Se realizó una descripción de los mismos y se analizó la posibilidad de su uso sin conectividad.

Luego se procedió al análisis de las imágenes presentes en los materiales textuales destinados a los y las estudiantes y propuestas de secuencias didácticas destinadas a docentes, por ser los que mayormente pueden emplearse sin conectividad. En el análisis se tuvo en cuenta la cantidad de imágenes empleadas, y en el caso de la existencia de representaciones múltiples, la función de su inclusión en los distintos tipos de materiales. Luego, se clasificaron las imágenes en función de su tipo y el propósito

¹ En una comunicación con personal de Educ.ar se nos informó que la disminución en el número tuvo que ver con una depuración de los recursos que se ejecutaban con el soporte de Adobe Flash Player, que empezó a bloquearse en enero del 2021 y en que se dejó de compartir recursos con enlaces rotos.

comunicativo y psicológico teniendo en cuenta lo indicado en el apartado anterior.

RESULTADOS

Materiales didácticos documentados

Como se puede observar en la Figura 1, el 45 % de los recursos disponibles eran videos. Los mismos fueron diseñados específicamente para la plataforma, o difundían actividades de instituciones nacionales como el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), o se trataba de fragmentos de programas transmitidos por los medios públicos de la República Argentina para la divulgación y/o enseñanza de la química. Del total de los vídeos disponibles el 21% fueron publicados en el contexto de la pandemia, es decir, entre los años 2020 y 2021.

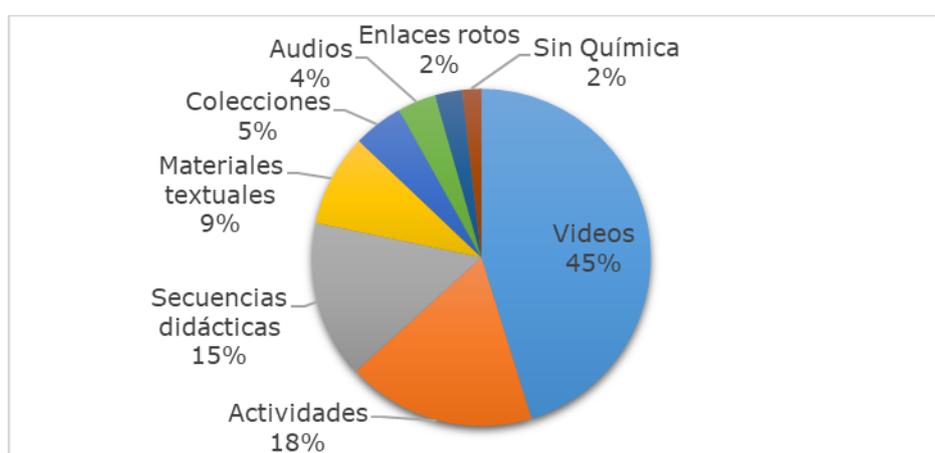


Figura 1. Recursos actualmente disponibles para la enseñanza de la Química en el nivel medio en Educ.ar

Luego en orden de frecuencia se observaron las actividades o propuestas destinadas al estudiantado. La mayoría de ellas (40 de 49 actividades) estaban basadas en materiales textuales y fueron publicadas entre los años 2007 y 2012; y luego durante el año 2020, en los cuadernillos destinados a asegurar la continuidad pedagógica. En menor medida (9 de 49) encontramos actividades que debían responderse mediante la visualización de un video, que fueron publicadas entre los años 2014 y 2020. Es decir que la mayoría de estos materiales podían y pueden emplearse sin conectividad. Dentro de ellas observamos igual cantidad de propuestas para los ciclos, básicos y orientado, de la enseñanza. Cabe señalar, una característica distintiva de algunos de los cuadernillos distribuidos durante el año 2020 es la existencia de enfoques que pueden caracterizarse como inter o multidisciplinares (sobre temas como la energía o la nutrición y la alimentación saludable), algo que no sucedía en las actividades producidas en la pre-pandemia, en los que mayormente la contextualización era solamente disciplinar.

En tanto, las propuestas de secuencias didácticas fueron publicadas entre el 2007 y el 2021, aunque más de la mitad estaban datadas en el año 2011 (23 de 40). La mayoría de ellas fueron diseñadas en el contexto del

Programa Conectar Igualdad, por lo tanto, tenían como propósito emplear las computadoras entregadas por el programa. En general estas secuencias diseñadas antes del 2020 tienen un enfoque disciplinar y mayormente se trabaja desde un contexto cotidiano en el que se suele incluir alguna experimentación. Dado el uso de computadoras y la presencia de experimentación, la mayoría de ellas eran parcialmente adaptables en el contexto de pandemia. En tanto, las secuencias publicadas durante la pandemia, en el año 2021 (6 de 40), estaban diseñadas para el trabajo con los videos de los programas emitidos en los canales públicos, pensadas de forma multi o interdisciplinar. A diferencia de las actividades el enfoque interdisciplinar no solo se circunscribía a las ciencias naturales, sino que también se trabajaba en conjunto con las ciencias sociales. Cabe señalar, que independientemente del momento en que hubieran sido diseñadas, la mayoría de las secuencias correspondían a saberes a construir durante el ciclo orientado de la educación secundaria.

El resto de los recursos se trataban de materiales textuales de diversa índole que iban desde libros digitales, noticias, relatos de experiencias, entre otros. También se encontraron audios que correspondían a los programas radiales producidos durante la pandemia. Además, existían colecciones, que no se trataban de recursos nuevos sino páginas en donde se agrupan otros recursos con algún criterio. Por ejemplo, todos los videos que difunden las actividades del INTI, o que pueden emplearse en la enseñanza técnica, o de un tema específico como la energía.

El rol de las imágenes en las actividades y secuencias didácticas

Se incluyeron 220 imágenes, 142 presentes en los 40 materiales textuales cuyos destinatarios eran los y las estudiantes, y 78 en 40 propuestas de secuencias didácticas destinadas a docentes. Cabe señalar, que se considera como imágenes todo lo que no fuera incluido en el cuerpo del texto, aunque no estuviera referenciado como tal en el mismo. Como se puede observar en la tabla 1, independientemente de los destinatarios de los recursos la cantidad de imágenes empleadas por recurso fue mayor en los publicados antes de la pandemia que durante la pandemia.

Tabla 1. Imágenes por recurso en función del año de publicación

<i>Imágenes</i>	<i>Material para los y las estudiantes publicado antes del 2020</i>	<i>Material para los y las estudiantes publicado entre 2020 y 2021</i>	<i>Propuesta de secuencia didáctica publicada antes del 2020</i>	<i>Propuesta de secuencia didáctica publicada entre 2020 y 2021</i>
<i>Promedio</i>	5,2	2,4	2,3	0,2
<i>Mediana</i>	3,5	2	2	0
<i>Rango</i>	0-22	0-7	0-9	0-1

En el 60% de las propuestas destinadas a los y las estudiantes y 47,5% de las propuestas de secuencias didácticas se emplearon representaciones múltiples. Estas representaciones múltiples se usaron tanto en las

actividades publicadas antes de la pandemia, se constataron en 14 de 16 actividades analizadas, como en 16 de las 25 actividades de los cuadernillos distribuidos durante el 2020. En el caso de las secuencias didácticas, se emplearon representaciones múltiples solamente en las publicadas previo al 2020. Mayormente la función de dichas representaciones fue complementaria. Evidenciándose esto en la totalidad de los materiales que incluyeran más de una imagen y estuvieran diseñados para que los utilicen los y las estudiantes y en el 89,5% de los destinados para el uso de los y las docentes. En algunos casos además de la función complementaria se encontraron imágenes con función constructiva: en 8 de los recursos destinados al estudiantado, 3 de los cuales correspondían a los cuadernillos distribuidos durante la pandemia y en 2 propuestas de secuencias didácticas. La función facilitadora solamente se observó en 1 material destinado a docentes y en 2 destinados a estudiantes, en ambos casos publicados antes del año 2020.

También existieron diferencias en el tipo de imágenes empleadas en los materiales destinados a los y las estudiantes (Figura 2). Mientras que en los publicados previamente a la pandemia se apreció mayor cantidad de fórmulas químicas y tablas, en los publicados durante la pandemia se observaron más modelos y fotos. Esta diferencia estuvo relacionada con los contenidos desarrollados y el enfoque empleado ya sea este inter o intra-disciplinar.

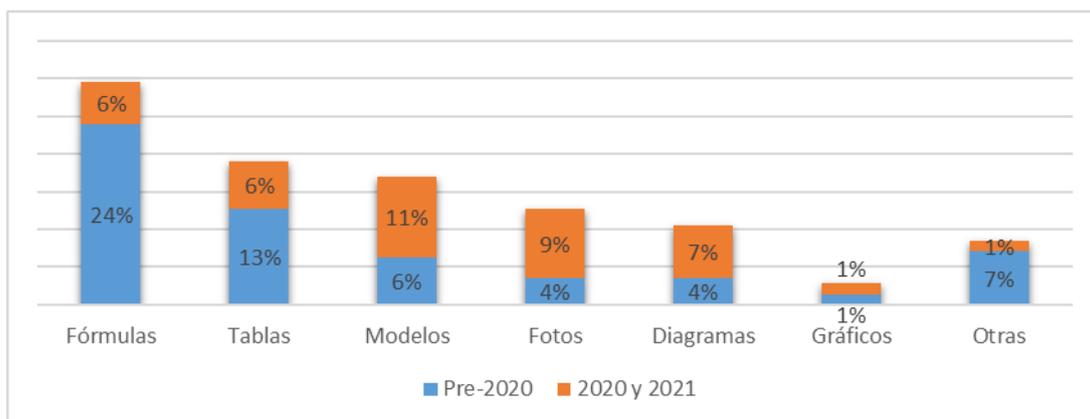


Figura 2. Imágenes empleadas en los materiales para los y las estudiantes

La función comunicativa en los materiales diseñados previamente a la pandemia como los diseñados entre 2020 y 2021 también fue diferente. Si bien en ambos momentos predominaron las imágenes explicativas interpretativas, como se ve en la Figura 3, en los materiales publicados antes del 2020 se observaron más imágenes con una función explicativa transformacional que en los materiales diseñados en la pandemia. Igualmente, en ambos casos, la función psicológica principal fue la de construir modelos mentales.

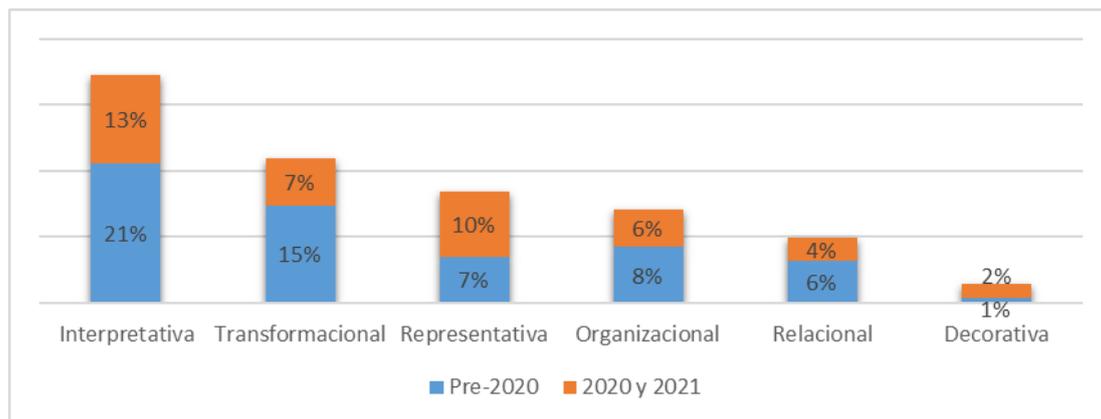


Figura 3. Función comunicativa de las imágenes en los materiales diseñados para los y las estudiantes

La función explicativa interpretativa y transformacional de los materiales diseñados previamente a la pandemia estuvo relacionada principalmente con el uso de fórmulas para representar sustancias o ecuaciones químicas. Como se observa en la Figura 4, en algunos casos se empleaban círculos con la función psicológica de dirigir la atención, por ejemplo, al enseñar el balanceo de ecuaciones.

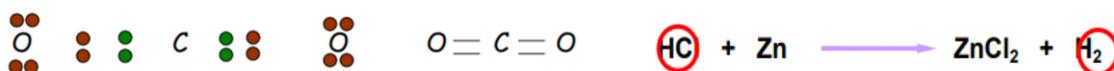


Figura 4. Ejemplos de fórmulas utilizadas con función explicativa presentes en materiales para el estudiantado diseñados previamente al 2020

En forma diferente, en los cuadernillos publicados durante la pandemia, se emplearon modelos tridimensionales de sustancias con función explicativa principalmente interpretativa y en menor medida transformacional (Figura 5). Un aspecto a destacar es que los modelos se presentaron en una multiplicidad de formatos, y si bien mayormente se los utilizó en los cuadernillos del ciclo orientado, no se hacía mención de las diferencias en el escrito, con lo cual se dificultaría la función integrativa cuando las representaciones fueran múltiples.

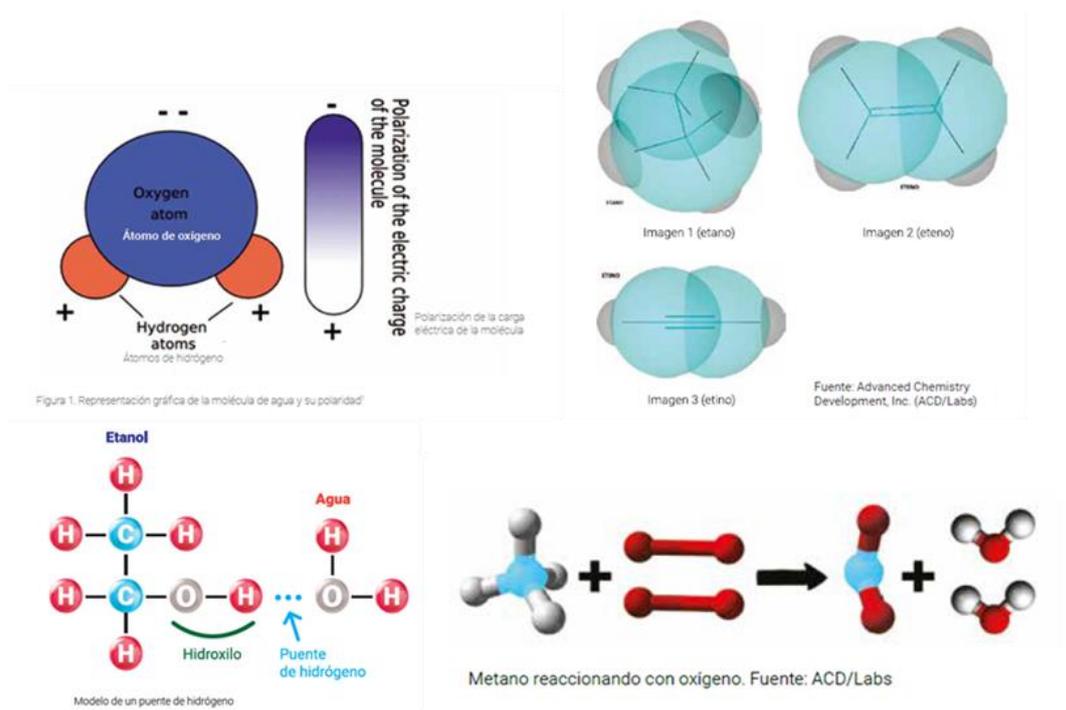


Figura 5. Ejemplos de representaciones de la diversidad de modelos empleados en los materiales para estudiantes producidos durante el 2020

La siguiente función comunicacional en orden de frecuencia, coherentemente con la mayor proporción de fotos presentes en los cuadernillos editados durante la pandemia, fue la representativa. Mayormente cumpliendo la función psicológica de apoyar la motivación (Figura 6).



Figura 6. Ejemplos de fotos con función representativa presentes en los cuadernillos del programa Seguirnos Educando

También se incluyeron con mayor frecuencia en los cuadernillos del programa Seguirnos Educando, la otra representación característica de la enseñanza química, los diagramas. Estos diagramas cumplían funciones representativas e interpretativas. Los niveles representados principalmente fueron el macroscópico y el submicroscópico (Figura 7).

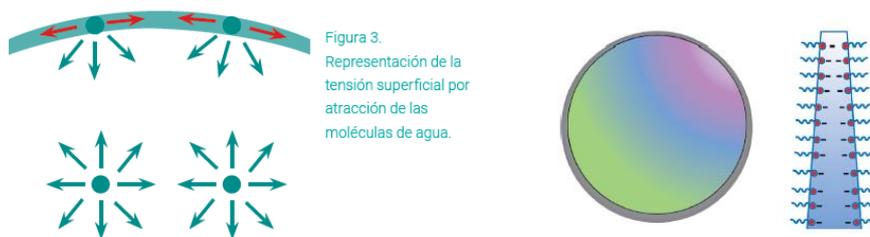


Figura 7. Ejemplos de diagramas empleados en los cuadernillos diseñados durante la pandemia

La función organizacional estuvo dada por tablas que tenían una función psicológica de construir modelos mentales o de transferencia de saberes. En este último caso, se presentaba la tabla como ejemplo, para que los y las estudiantes luego la completen.

En el caso de las propuestas de secuencias didácticas, en las diseñadas durante la pandemia, solamente se encontró una imagen consistente en una representación de la estructura del ADN utilizada con un fin decorativo. La fuente de este recurso es un banco de imágenes en el cual se intercambian fotos de alta calidad, registradas con licencias Creative Commons (<https://pixabay.com/es/>). En tanto en las diseñadas con anterioridad al 2020, el mayor número de imágenes consistieron en fotos, seguidas luego de las representaciones características de la enseñanza de la química: las fórmulas y los diagramas (Figura 8).

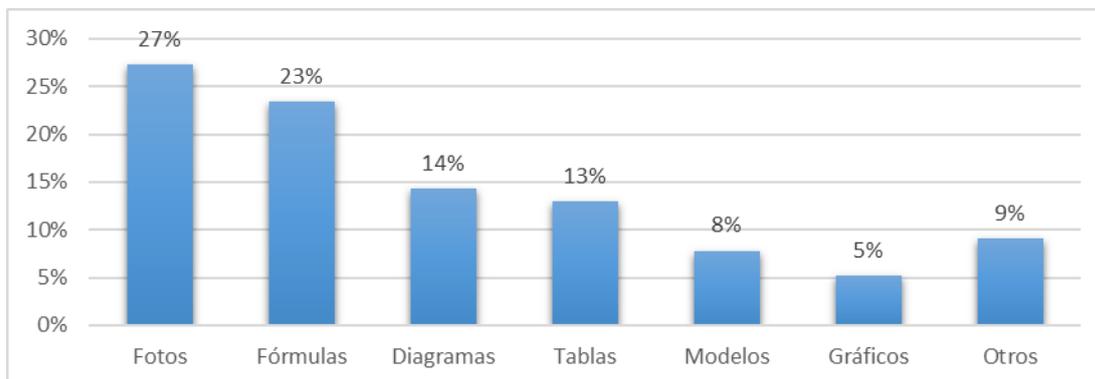


Figura 8. Imágenes en las propuestas de secuencias didácticas diseñadas previamente al año 2020

La función comunicativa de estas imágenes fue principalmente decorativa y en menor medida explicativa interpretativa, como se puede ver en la Figura 9.

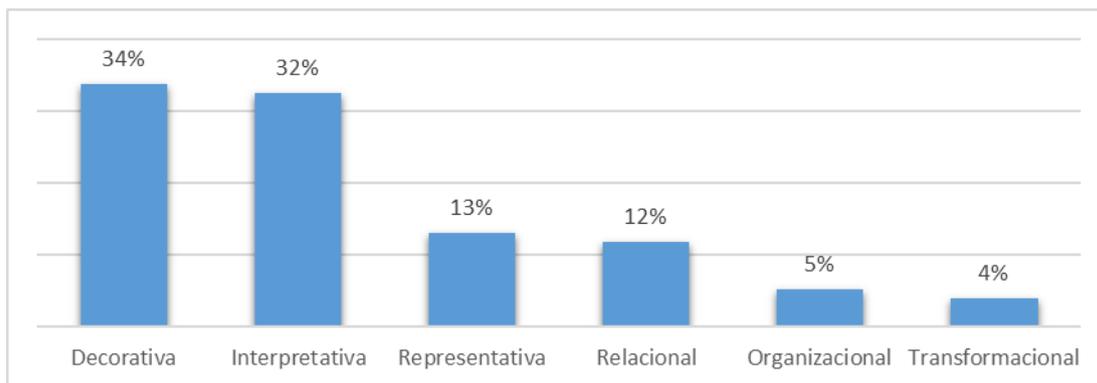


Figura 9. Función comunicacional de las imágenes presentes en las propuestas de secuencias didácticas publicadas previamente a la pandemia

Como en el caso de los materiales diseñados para los y las estudiantes también se pudo inferir una asociación del tipo de representación con la función comunicativa. Así, pudimos observar que las fotos tenían principalmente esta función decorativa (16 de las 21 fotos), y en su mayoría cumplían una función psicológica de apoyar la motivación por ser fotos de elementos cotidianos relacionados con las secuencias (11 de las 16 fotos decorativas). En tanto las fórmulas, se emplearon principalmente para representar biomoléculas, esencialmente con un fin comunicacional explicativo interpretativo y la función psicológica de construir modelos mentales. En algunos casos se incluían círculos o colores con la función psicológica de apoyar la atención.

A diferencia de lo sucedido en los materiales para los y las estudiantes, casi la mitad de los diagramas tuvieron una función comunicacional representativa y mostraban cómo montar aparatos o equipos. En consecuencia, representaban el nivel macroscópico de la química (Figura 10). También se incluyeron, en mucha menor medida, con función comunicativa explicativa, ya sea interpretativa o transformacional. Existió una alta frecuencia de diagramas (4 de 11) que tenían función comunicacional decorativa y ninguna función psicológica, ya que se incluían como marcador de presentación de la secuencia y no se retomaban en el desarrollo de la secuencia, siendo entonces prescindibles. Quizás como las propuestas estaban destinadas a los y las docentes se los utilizó como modo de apoyar la atención. Lo mismo ocurrió con la mitad de las imágenes que correspondían a modelos moleculares. El otro 50% de las imágenes de modelos tenían una función explicativa interpretativa y en algunas de ellas se combinaban en la misma imagen de manera constructiva con las fórmulas de los compuestos que representaban.

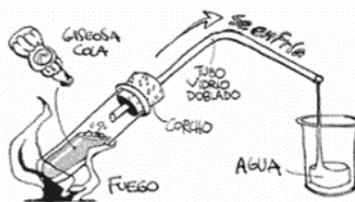


Figura 10. Ejemplo de dibujo esquemático utilizado con una función comunicacional representativa y una función psicológica de transferir aprendizajes

CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS

El tipo de recursos disponibles durante la pandemia pudo haber influido en su uso a lo largo de la enseñanza remota de emergencia. La mayoría de los recursos eran videos y los problemas de conectividad existentes quizás hizo que resultara dificultoso su uso. Si bien no hemos realizado un análisis de los videos, en función de las fuentes de los mismos, podríamos pensar que los y las docentes los podrían emplear integrándolos en sus planificaciones, pero en general esto requiere un trabajo adicional, ya que una gran mayoría son materiales divulgativos.

En el caso de las propuestas destinadas a los y las estudiantes, en esta documentación se evidenció que las diseñadas en los años anteriores a la pandemia tenían un enfoque principalmente disciplinar no relacionado con las decisiones tomadas por las jurisdicciones en tiempos de pandemia de utilizar enfoques multi o interdisciplinarios. La interdisciplinariedad sigue siendo un punto importante a tener en cuenta en el diseño de estas propuestas, ya que en muchas de las jurisdicciones de nuestro país se ha adoptado el trabajo en área. En tanto en el caso de las propuestas de secuencias didácticas, para ser utilizadas durante la enseñanza remota de emergencia, la mayoría debía adaptarse debido a los reactivos utilizados y a las actividades propuestas que requerían el uso de las computadoras distribuidas por el programa Conectar Igualdad, con lo cual requería trabajo adicional de los y las docentes.

En cuanto al uso de las imágenes estáticas como pudimos observar, existió una diferencia en la cantidad, la calidad y la función de acuerdo si los materiales estuvieron diseñados previamente y durante la pandemia. Al contrario de lo que se podría esperar dado a la proliferación de las TICs y los medios para producir imágenes, se evidenció que durante la pandemia se emplearon en menor proporción. Quizás esto esté relacionado con los apuros de edición y con un mayor cuidado de las fuentes, para respetar las licencias y las recomendaciones existentes para los portales de recursos educativos abiertos. Otra posible causa es que se atendieran a las recomendaciones de ser cautos con el uso de representaciones múltiples, sin embargo, esta es menos probable dado que no se cuidó el hecho de presentar diferentes formatos de modelos moleculares sin hacer mención del porqué de las diferencias. En los casos en que se emplearon más de una representación el fin fue principalmente complementario, por lo que una recomendación que pudiera hacerse a los diseñadores y/o a los y las docentes que puedan hacer un uso flexible de estas propuestas, es analizar la posibilidad de hacer usos constructivos de las imágenes. Siempre

señalando, por ejemplo, cuando distintos tipos de representaciones ayudan a construir algún modelo mental en particular.

Para finalizar, se puede decir que en función de los resultados que la inclusión de imágenes estáticas en las propuestas destinadas a estudiantes y docentes, en función del tipo y sus funciones comunicativas y psicológicas en líneas generales fue adecuado. De hecho, como se recomienda en los materiales destinados a los y las estudiantes el uso de representaciones decorativas es menor, con lo cual se disminuye la demanda cognitiva por el procesamiento de materiales extraños. Se requeriría entonces seguir profundizando el análisis para dar cuenta de las relaciones texto-imágenes y de la calidad de las propuestas en función de los modelos didácticos vigentes de la didáctica de la química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cheng, M. y Gilbert, J. K. (2009). Towards a better utilization of diagrams in research into the use of representative levels in chemical education. En: J.K. Gilbert, D. Treagust (eds.), *Multiple representations in Chemical Education*, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-84>
- Clarck, R. C. y Lyons, C. (2011). *Graphics for learning proven guidelines for planning, designing, and evaluating visuals in training materials* (2da Ed.). John Wiley and Sons, Inc.
- Decreto 383/2000 [Poder Ejecutivo Nacional]. Creación de EDCU.AR S. E. 12 de mayo de 2000.
- Decreto 459 de 2010 [Poder Ejecutivo Nacional]. Creación del Programa "Conectar igualdad". 06 de abril de 2010.
- Espinoza-Cara, A., Bauza Castellanos, M. C., y García-Huarque, G. (2021). Análisis de la estructura retórica de los cuadernillos del programa "Seguimos Educando" publicados durante el Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio. *Educación en la Química*, 27(02), 166-173. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/55>
- Farré, A. S., Zugbi, S. y Lorenzo, M. G. (2014). El significado de las fórmulas químicas para estudiantes universitarios. El lenguaje químico como instrumento para la construcción de conocimiento. *Educación Química*, 25 (1), 14-20. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70518-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70518-X)
- Frigg, R. y Hartmann, S. (2020). Models in Science. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.) <https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/models-science/>.
- Gómez Marín, A., Restrepo Restrepo, E. y Becerra Agudelo, R. A. (2021). Fundamentos pedagógicos para la creación y producción de recursos educativos abiertos (REA). *Anagramas*, 19(38), 35-68. <https://doi.org/10.22395/anqr.v19n38a3>
- Huang, R., Liu, D., Tlili, A., Knyazeva, S., Chang, T. W., Zhang, X., Burgos, D., Jemni, M., Zhang, M., Zhuang, R. y Holotescu, C. (2020). *Guidance on Open Educational Practices during School Closures: Utilizing OER*

- under COVID-19 Pandemic in line with UNESCO OER Recommendation.* Beijing. Smart Learning Institute of Beijing
- Mayer, R. E. (Ed.) (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2da Ed.). Cambridge University Press.
- Ministerio de Educación de la Nación, (2020). *Informe preliminar: encuesta a docentes.* Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Ministerio de Educación de la Nación, (2020). *Resolución 106.* Creación del Programa "Seguimos educando". 15 de marzo de 2020.
- Normal University. Lemke, J. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. En: M. Benlloch (comp.): *La Educación en Ciencias: ideas para mejorar su práctica* (pp. 159-186). Ed. Paidós.
- Perales, J. y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- Raviolo, A. (2010). Recursos didácticos visuales en las clases de ciencias. *Educación en la Química*, 16(1), 9-18.
- Raviolo, A. (2015). Los dibujos esquemáticos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Novedades Educativas*, 295, 66-70.
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia. *Educación Química*, 30(2), 114-128. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.2.67174>
- Raviolo, A. y Farré, A. S. (2017). Una evaluación alternativa del tema titulación ácido-base a través de una simulación. *Educación Química*, 28(3), 163-173. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2017.01.003>
- UNESCO (2019). Recomendación sobre los Recursos Educativos Abiertos. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373755/PDF/373755eng.pdf.multi.page=20>

Innovación para la enseñanza de la Química

UTILIZANDO EL ÁCIDO ACETILSALICÍLICO COMO EJE CONDUCTOR PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Ayelén Florencia Crespi¹, María Florencia Leal Denis^{1,2,3,4}, Mariana Hamer^{2,4}, Juan Manuel Lázaro-Martínez^{1,4}

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica

²Universidad Nacional de General Sarmiento, Instituto de Ciencias

³Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Bromatología

⁴Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

E-mail: lazarojm@ffyba.uba.ar / jmlazaromartinez@gmail.com

Recibido: 31/03/2023. Aceptado: 26/10/2023.

Resumen. En este trabajo se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de la química a nivel universitario que permite la participación interdisciplinaria, la comprensión de los conceptos de acidez, reactividad de grupos funcionales en compuestos orgánicos, mecanismos de reacción, empleo de técnicas espectroscópicas y cuantificación de un ingrediente farmacéutico activo en un comprimido comercial. Para ello se trabajará con el compuesto ácido acetilsalicílico (conocido como *Aspirina*) como eje conductor, abarcando desde su historia, proceso de síntesis y cuantificación. Esta propuesta involucra actividades en el aula, una práctica de laboratorio que combina dos asignaturas diferentes: Química Orgánica II y Química Analítica, junto a la utilización de herramientas virtuales.

Palabras clave. ácido acetilsalicílico, química analítica, química orgánica, participación activa.

Using Acetylsalicylic Acid as a Guiding Axis for Chemistry Teaching

Abstract. This work presents a didactic proposal for teaching chemistry at university level that encourages participation and helps to understand the concepts of acidity, reactivity of functional groups in organic compounds, reaction mechanisms, spectroscopic techniques, and the quantification of active pharmaceutical ingredients in tablets. For this, we will use acetylsalicylic acid (commonly known as aspirin) as the main axis because of its history, synthesis, and quantification analysis. This proposal involves a laboratory practice which combine two different subjects: Organic Chemistry II and Analytical Chemistry along with the complement of virtual tools.

Keywords. acetylsalicylic acid, analytical chemistry, organic chemistry, active participation.

INTRODUCCIÓN

La educación científica es un área amplia y dinámica. Particularmente, el trabajo en el laboratorio ha sido parte de la enseñanza de las ciencias desde el siglo XIX (Blosser, 1990) y desde entonces se han realizado cambios tanto en los tipos de trabajos prácticos propuestos como en la conceptualización de los mismos (Lorenzo, Reverdito, Blanco y Salerno, 2012).



Dentro de las metas que se persiguen en la enseñanza de laboratorio se pueden distinguir las siguientes: la enseñanza del método experimental, el refuerzo de los contenidos desarrollados en las clases teóricas, y lograr actitudes científicas en los estudiantes como el pensamiento crítico, la objetividad y la familiaridad con el trabajo de investigación en el laboratorio y también actitudes hacia la ciencia, como la motivación y el interés (Rodríguez et al., 2011). En general, los modelos clásicos de trabajos prácticos propuestos siguen el modelo "tipo receta" y permanecen aislados dentro de cada asignatura sin integrar los conceptos adquiridos de otras áreas. Hoy en día las prácticas de laboratorio continúan siendo un problema por resolver desde el punto de vista didáctico, cuya solución requiere superar concepciones empiristas y ateóricas sobre la ciencia e integrar las prácticas de laboratorio, de forma articulada y justificada, dentro de toda la actividad de enseñanza de las ciencias (Martínez Torregrosa et al. 2012). Hasta ahora han predominado planes de estudio con una lista de disciplinas yuxtapuestas, frente a lo cual se espera que el estudiante haga, por sí mismo, un aprendizaje integrado (Corzo, Chacón y Alcedo, 2012). Establecer nexos entre los diferentes cursos del plan de estudios ayuda a superar una visión fragmentada y desarticulada que ha prevalecido tradicionalmente, lo cual ofrece una experiencia de aprendizaje más enriquecedora y que permite reflexionar sobre las problemáticas de forma integrada. Es necesario que las asignaturas que se cursan en forma simultánea tengan uso de un lenguaje en común que permita a los alumnos reconocer en las distintas asignaturas los objetos comunes que aparecen en formatos diferentes y una metodología coherente que permita unificar "reglas de juego" (Costa y Del Río, 2016). Por otro lado, la implementación de acciones curriculares integradas conlleva innovar el currículo, lo que significa que el personal docente conciba y piense su quehacer de manera diferente y cambie su concepción de lo que entiende por enseñanza y aprendizaje (Zabalza Beraza, 2012).

Por otro lado, con la irrupción tecnológica y la pandemia de COVID-19, la enseñanza ha cambiado en sociedades de información y conocimiento. Ahora, el aprendizaje ocurre en línea o en entornos híbridos, ampliando el modelo educativo (Paur, Rosanigo y Bramati, 2006; Vialart Vidal, 2020). La combinación de multimedia e internet posibilita el aprendizaje en distintos lugares, generando nuevas habilidades y formas de pensar. Esta transformación desafía a los docentes a adoptar nuevos métodos para enseñar y entender las perspectivas de los estudiantes y las demandas de la sociedad. La pandemia ha impulsado la creación colectiva de recursos, enriqueciendo la educación (Lion, 2020). Las TIC han impactado la formación que requiere la sociedad actual, especialmente en la educación superior, donde se busca preparar profesionales competentes y creativos para un mundo globalizado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La integración de diversas disciplinas químicas, como Química Analítica, Química Orgánica, Química Medicinal y/o Química Biológica, en el currículo de las carreras de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires representa un desafío significativo en la educación científica actual.

Puntualmente, en Química Analítica se enseñan métodos para identificar y cuantificar compuestos de diferente naturaleza, mientras que en Química Orgánica se exploran las propiedades fisicoquímicas y reacciones de compuestos con funcionalizaciones químicas similares. A pesar de esto, a menudo no se desarrolla una comprensión profunda de la conexión entre ambas áreas y de cómo los conceptos de una disciplina pueden enriquecer a la otra de manera efectiva. Es fundamental orientar el proceso de enseñanza hacia una integración curricular, ya que en la actualidad dicho proceso está íntegramente en manos de los estudiantes y, a lo largo de los años, hemos observado que el proceso se les hace cada vez más dificultoso.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta de trabajo educativo que integra dos asignaturas de grado como son Química Analítica y Química Orgánica II, utilizando como conector al "ácido acetilsalicílico". De esta manera buscamos promover en los alumnos una visión integradora de los conceptos contenidos en ambas asignaturas.

La propuesta tiene como objetivo generar interés, motivación y participación de los estudiantes al relacionar conceptos químicos con un contexto familiar y relevante. A su vez, se busca mejorar la comprensión de los estudiantes sobre técnicas espectroscópicas, grupos funcionales, mecanismos de reacción, síntesis y propiedades químicas, a través de la exploración de la química de la *Aspirina* como también ilustrar las aplicaciones prácticas de la química en la industria farmacéutica. Como un componente adicional, nuestra propuesta introduce el uso estratégico de plataformas virtuales y redes sociales como herramientas para la construcción colaborativa del conocimiento. Esta inclusión, fortalecerá la experiencia de aprendizaje al aprovechar las ventajas de la tecnología y la interacción en línea para complementar la enseñanza tradicional.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta didáctica que se presenta involucra el contenido teórico-experimental de las asignaturas Química Orgánica II (QO-II) y Química Analítica (QA) las cuales se encuentran incluidas en el currículo de las carreras de Farmacia y Bioquímica de distintas universidades. Puntualmente, en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, ambas asignaturas se dictan en el quinto cuatrimestre de las carreras de Farmacia, Bioquímica y Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Ambas pertenecen al denominado "ciclo común" de las carreras antes mencionadas y se desarrollan a lo largo de 18 semanas. La organización de estas dos asignaturas es similar, constando de una parte teórica y otra experimental. En su componente experimental, QO-II y QA incluyen la realización de trabajos prácticos en el laboratorio. En el caso de QO-II, se llevan a cabo 6 trabajos prácticos, mientras que en QA se abordan 10 trabajos prácticos. Un enfoque común en ambas asignaturas es el estudio del ácido acetilsalicílico (*Aspirina*) como eje temático en las prácticas de laboratorio abordado desde diversas perspectivas.

La actividad propuesta está planificada para ser llevada a cabo a lo largo de todo el cuatrimestre, dado que ambas asignaturas se cursan en simultáneo. El currículo de QO-II abarca el estudio de mecanismos de reacción, técnicas espectroscópicas, relación entre las distintas funcionalizaciones químicas y la acidez y solubilidad de compuestos orgánicos, mientras que el currículo de QA abarca el análisis cuali-cuantitativo de muestras de diverso origen y matrices diferentes empleando técnicas clásicas de análisis, como las volumetrías. Si bien ambos trabajos prácticos se llevan a cabo desde hace varios años en esta casa de estudios, nunca existió una propuesta para lograr integrar los contenidos abordados en ambas asignaturas que, como bien se detalló previamente, se cursan en simultáneo. La propuesta está dividida en tres módulos: histórico, experimental e integrador (Figura 1). A continuación, se describe cada uno de ellos.

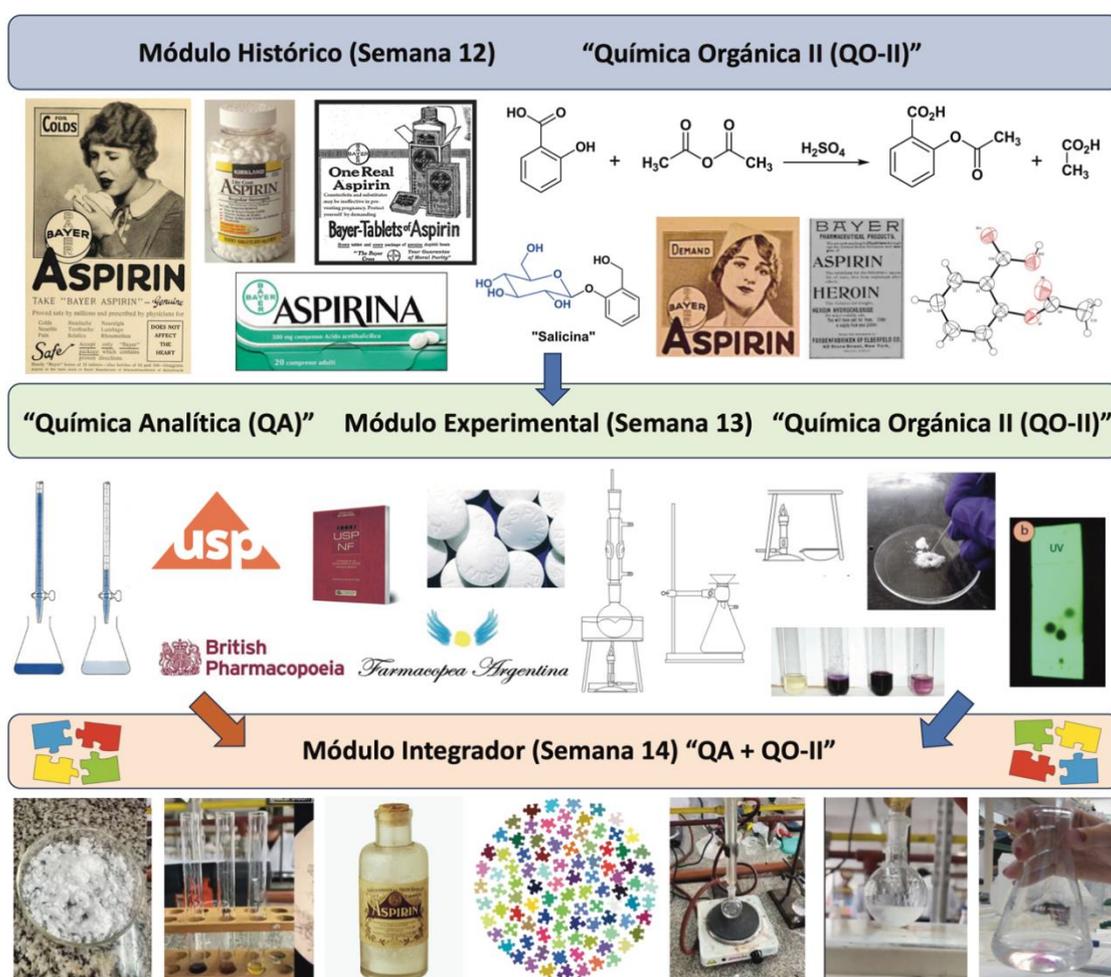


Figura 1. Esquema de la propuesta dividida en tres módulos. Las imágenes utilizadas son personales de los autores u obtenidas bajo licencia Creative Commons CC BY-SA-NC. La estructura de rayos-X de monocristal presentada se encuentra discutida en el trabajo de Zeitler y colaboradores (Li, Bond, Korter y Zeitler, 2022).

Módulo Histórico

Este módulo se aborda exclusivamente en la asignatura QO-II. En este segmento, los estudiantes se embarcan en una búsqueda bibliográfica centrada en la historia de la *Aspirina*. Para facilitar este proceso, se les proporciona una selección de lecturas recomendadas. El acceso a estas lecturas se lleva a cabo a través del campus virtual de la asignatura, que está alojado en la plataforma Moodle®. Los detalles sobre esta dinámica se pueden encontrar en el anexo suplementario (<https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/184>).

A partir de esta búsqueda bibliográfica y los consiguientes debates en torno a la historia de la *Aspirina*, nuestra intención es trazar conexiones con una perspectiva histórica más amplia. Esta estrategia busca destacar ciertos elementos del proceso evolutivo del conocimiento científico y de otras disciplinas relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad a lo largo de diferentes períodos históricos. En última instancia, aspiramos a enriquecer la comprensión de los estudiantes al mostrar cómo la ciencia se entrelaza con contextos cambiantes a lo largo del tiempo. Este enfoque puede contribuir a mejorar notablemente la imagen de la Ciencia que tienen algunos estudiantes y, en consecuencia, constituir un elemento motivador para su estudio y favoreciendo que el alumno comprenda el proceso de construcción científica (Gagliardi y Girodan, 2006). La información recopilada a través de la búsqueda bibliográfica se compartirá en un foro del aula virtual. En este espacio, los estudiantes tendrán la oportunidad de presentar su perspectiva a través de una imagen ilustrativa y una breve reseña que resalte los puntos esenciales de la información hallada. Esta dinámica promueve la habilidad de los estudiantes para manejar información de manera efectiva. Para lograr esto, los estudiantes deben emplear un lenguaje técnico propio de la disciplina, llevar a cabo un proceso de búsqueda y selección de datos pertinentes, así como organizar la información de manera coherente. Además, esta actividad subraya la importancia de la comunicación escrita al transmitir la información de manera clara y concisa.

En términos de evaluación, se valorará la colaboración en equipo al abordar el cuestionario vinculado a la búsqueda bibliográfica, junto con la creación de la imagen representativa y la reseña que acompañe la información analizada. Este enfoque colaborativo no solo enriquece la dinámica de aprendizaje, sino que también refuerza la capacidad de los estudiantes para sintetizar y presentar información de manera efectiva.

Módulo Experimental

El módulo experimental se ejecuta de manera conjunta en ambas asignaturas, ya que engloba las actividades de laboratorio tanto de QO-II como de QA.

QO-II: Los estudiantes realizan de manera individual el trabajo práctico "*Síntesis de Aspirina*", en donde llevan a cabo de manera individual, la síntesis, caracterización e identificación del ácido acetilsalicílico y lo comparan cromatográficamente con el contenido presente en un

comprimido comercial (*Cafiaspirina*[®] y *Aspirina*[®]). Una vez finalizada la actividad experimental, los alumnos realizan un informe en el cual no sólo detallan los resultados obtenidos, sino que los analizan y discuten. El modelo de informe y los protocolos de cada actividad se detalla en el anexo suplementario. Para la evaluación de este tramo se considera el trabajo en equipo desarrollado durante la actividad de laboratorio y el reporte experimental de la actividad. (Anexo disponible en: <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/184>)

QA: Los estudiantes realizan la cuantificación de ácido acetilsalicílico en comprimidos comerciales, haciendo uso de sus propiedades ácido-base, así como también de la hidrólisis del grupo éster (concepto abordado en Química Orgánica I y II). Cada alumno recibe una única muestra y se le proporciona el protocolo de análisis correspondiente (ver el material en el anexo suplementario). El trabajo práctico se realiza de manera individual, y al finalizar el mismo, los estudiantes entregan un informe, donde indican el resultado de la cuantificación y lo comparan con el valor indicado en el rótulo de acuerdo con la muestra recibida. Las dos muestras analizadas en el trabajo práctico presentan protocolos de análisis distintos en base a la diferencia en su formulación. En el módulo "histórico" se fomenta la búsqueda de ambos métodos, con el fin de que todos los estudiantes tengan acceso a ambas técnicas a pesar de que sólo lleven a cabo una de ellas experimentalmente. La diferencia en los protocolos de análisis es luego retomada en el siguiente módulo.

Módulo Integrador

Este módulo requiere que los estudiantes creen contenido audiovisual, que puede ser una presentación de diapositivas, un vídeo, un póster u otro formato, con una duración de 5 minutos aproximadamente. Este contenido deberá incluir imágenes y una breve narración que destaque los aspectos más relevantes del trabajo llevado a cabo, fusionando los resultados obtenidos en los trabajos prácticos de ambas asignaturas.

Este módulo se realiza de manera grupal, formándose grupos de 3-4 estudiantes que hayan realizado el mismo protocolo de análisis cuantitativo. El material audiovisual producido será compartido a través de las plataformas de redes sociales *Instagram*[®] y/o *Twitter*[®]. Para identificar cada presentación, se utilizará un hashtag único, #AAS, seguido del número asignado a cada grupo. Los alumnos interactúan entre ellos, a través de comentarios o inquietudes que se planteen en las mencionadas redes sociales.

Para la construcción del material solicitado, los estudiantes disponen/dispondrán en el Campus Virtual de ambas asignaturas de un listado de ítems que deben abarcar (ver material anexo suplementario). Algunos de los ítems son de cobertura obligatoria y otros de elección particular de los estudiantes. De esta forma, se favorece la diversidad del material generado. Para llevar a cabo este módulo, los estudiantes deberán realizar una búsqueda bibliográfica adicional con el fin de cubrir los ítems presentados en el listado (ver material anexo suplementario: <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/184>)

Un grupo de docentes de ambas cátedras oficiará de tutores para acompañarlos a lo largo del proceso. De esta manera se abordará el trabajo práctico integrador desde distintos puntos de vista, utilizando diferentes lenguajes, ejemplos y aplicaciones, transformándose así en una tarea colaborativa (Bekerman y Dankner, 2010).

El trabajo realizado es luego subido al Campus Virtual de manera privada, donde los docentes realizarán la devolución particular para cada trabajo, de forma tal de enriquecerlo. En esta instancia el docente también corrige y/o selecciona los contenidos en correspondencia con los objetivos pedagógicos perseguidos como en la selección de contenido para garantizar diversidad de temáticas.

Finalmente, el trabajo ya analizado por los docentes es compartido por los estudiantes a una red social donde el resto de los docentes y estudiantes interactuarán comentando dicha publicación, fomentando el contacto, el diálogo y la interacción entre los estudiantes y docentes. Especialmente, se favorece la comunicación docente-alumno desde el lado de la enseñanza-aprendizaje, sin despreciar la comunicación personal que, como en cualquier red social no educativa, se puede ver potenciada. Conjuntamente, el empleo de redes sociales propicia un acercamiento entre el aprendizaje formal con el informal y se favorece la incorporación generalizada de las TIC. Los resultados evaluados fueron originalmente sobre 10 alumnos que trabajaron individualmente y presentaron sus trabajos en sus redes sociales, previo una supervisión con el grupo docente del presente trabajo. Los alumnos mostraron una gran creatividad y además de las cuestiones tratadas en cada asignatura, buscaron otros protocolos presentes en diversas farmacopeas, sino que también las analizaron, mostrando sus diferencias sustanciales con las empleadas en la actividad práctica. Para la identificación e identificación del ácido acetilsalicílico encontraron trabajos científicos donde se analiza su cuantificación en comprimidos por espectroscopía FT-IR y de RMN (temáticas que no estaban contempladas originalmente).

Es importante destacar, que la presente propuesta también incluye a alumnos que no se encuentren cursando simultáneamente las asignaturas de QO-II y de QA, y que solo estén cursando alguna de ellas. Esto es factible, dado que los conocimientos básicos, son tratados en las asignaturas correlativas previas que incluyen a "Química General e Inorgánica (QGI)" y "Química Orgánica I (QO-I)" donde se abordan distintos aspectos teóricos y prácticos necesarios para garantizar el aprovechamiento de la presente actividad. En QGI los alumnos adquieren los conocimientos relacionados a propiedades ácidas de compuestos inorgánicos, realizan prácticas acerca de titulaciones ácido-base y cuantifican la pureza de diversas sustancias, mientras que en QO-I estudian aspectos relacionados a las propiedades de compuestos orgánicos, ácidos y derivados de ácido como así también técnicas de síntesis en química orgánica. Así, alumnos que solo cursen una de las asignaturas podrán incorporar conocimientos para un mejor aprovechamiento de las asignaturas a cursar posteriormente.

CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS

En resumen, la elaboración y ejecución de este trabajo práctico integrador ha demostrado ser una estrategia educativa efectiva para integrar los conocimientos adquiridos en las asignaturas de QO-II y QA a través del estudio del ácido acetilsalicílico. La combinación de las actividades de laboratorio de ambas materias ha permitido a los estudiantes no solo consolidar los conceptos fundamentales de estas disciplinas, sino también aplicarlos de manera conjunta en un contexto práctico y relevante. Los estudiantes no sólo aplicaron los conocimientos desarrollados en las asignaturas en cuestión, sino que también incorporaron conceptos provenientes de otras áreas, como el mecanismo farmacológico de acción de las sustancias analizadas. Este enfoque multidisciplinario no solo enriquece la experiencia educativa, sino que también fomenta habilidades de pensamiento crítico al abordar problemas desde diversas perspectivas.

La disposición de ambas actividades experimentales permitió llevar a cabo esta propuesta integradora ya que, a lo largo del cuatrimestre en ambas asignaturas, los estudiantes adquieren conocimientos que permiten una mayor comprensión de los conceptos para la realización de la actividad final integradora, como son técnicas espectroscópicas aplicadas a la caracterización, características ácido-base de compuestos orgánicos y valoración de diversos compuestos en muestras de variados orígenes.

El siguiente paso implicará ampliar esta metodología a lo largo del año en curso, introduciéndola en ambas asignaturas y alcanzando a un número mayor de estudiantes. Basándonos en los resultados obtenidos, se plantea la inclusión de dos actividades adicionales: en primer lugar, se propone que cada estudiante realice un análisis cuantitativo en el área de QA sobre la muestra de Aspirina que previamente hayan sintetizado en QO-II. Esto no solo reforzará la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, sino que también les brindará una experiencia directa en la aplicación de técnicas analíticas en situaciones reales. En segundo lugar, se contempla la integración de un componente histórico en la asignatura de Química Analítica. En esta instancia, los alumnos estarán encargados de construir una línea de tiempo que ilustre la evolución de las técnicas de cuantificación predominantes en la química analítica a lo largo del tiempo. Esta propuesta les proporcionará una estructura sólida que facilitará la ubicación de sucesos, acontecimientos y procesos en un contexto continuo e histórico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bekerman, D. G. y Dankner, L. A. (2010). La Pareja Pedagógica en el Ámbito Universitario, un Aporte a la Didáctica Colaborativa. *Formación Universitaria*, 3(6), 3–8. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062010000600002>

Blosser, P. (1990). The role of the laboratory in science teaching. *Research Matters to the Science Teacher*, 9001.

Corzo, M. A. C., Chacón, C. T. y Alcedo S. (2012). Los proyectos de aprendizaje interdisciplinarios en la formación docente. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(54), 877–902.

Costa, V. y Del Río, L. (2016). La articulación en la enseñanza. *1º Jornadas*

Sobre Las Prácticas Docentes En La Universidad Pública. Transformaciones Actuales Y Desafíos Para Los Procesos De Formación, Secretaría de Asuntos Académicos, UNLP, 1997, 149–157. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/61283>

- Gagliardi, R. y Girodan, A. (2006). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de Las Ciencias*, 4(3), 253–258. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5230>
- Li, Q., Bond, A. D., Korter, T. M. y Zeitler, J. A. (2022). New Insights into the Crystallographic Disorder in the Polymorphic Forms of Aspirin from Low-Frequency Vibrational Analysis. *Molecular Pharmaceutics*, 19(1), 227–234. <https://doi.org/10.1021/acs.molpharmaceut.1c00727>
- Lion, C. (2020). Enseñar y aprender en tiempos de pandemia: presente y horizontes | Saberes y prácticas. *Revista de Filosofía y Educación. Revista de Filosofía y Educación*, 5(1), 1–8. <http://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/saberesypracticass/article/view/3675>
- Lorenzo, G., Reverdito, A., Blanco, M. y Salerno, A. (2012). Difficulties of undergraduate students in the organic chemistry laboratory. *Problems of Education in the 21st Century*, 42, 74–81.
- Martínez Torregrosa, J., Domènech Blanco, J. L., Menargues, A. y Romo Guadarrama, G. (2012). La integración de los trabajos prácticos en la enseñanza de la química como investigación dirigida. *Educación Química*, 23(1), 112–126. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(17\)30143-x](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(17)30143-x)
- Paur, A. B., Rosanigo, Z. B. y Bramati, P. (2006). Educación en la sociedad del conocimiento. *I Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/19258>
- Rodríguez, W., Barbosa, R. H., Molina, L. M., Lizarazo-Camacho, A. M. y Salamanca, A. J. (2011). Actitudes hacia la ciencia: un campo de interés investigativo en la didáctica de las ciencias. *Actualidades Pedagógicas*, 1(57), 121–139.
- Vialart Vidal, M. N. (2020). Estrategias didácticas para la virtualización del proceso enseñanza aprendizaje en tiempos de COVID-19. *Educación Médica Superior*, 34(3), e2594. <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v34n3/1561-2902-ems-34-03-e2594.pdf>
- Zabalza Beraza, M. Á. (2012). Articulación y rediseño curricular: el eterno desafío institucional. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 10(3), 17. <https://doi.org/10.4995/redu.2012.6013>

Anexo al artículo: Crespi, A. F., Leal Denis, M. F., Hamer, M. y Lázaro-Martínez, J. M. (2024). Utilizando el ácido acetilsalicílico como eje conductor para la enseñanza de la Química. *Educación en la Química*, 30(1), 22-30.

<https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/184>

1-Módulo Histórico

QO-II

Cuestionario: Historia del Ácido Acetilsalicílico

1. ¿Quién describió la síntesis del ácido acetilsalicílico por primera vez?
2. Antes de este suceso, se había logrado sintetizar el ácido acetilsalicílico, pero de una forma inestable y de baja pureza, ¿cuáles fueron los reactivos que se utilizaron para dicha síntesis? ¿Quién llevó a cabo esta síntesis?
3. ¿Qué tipo de compuestos de estructura similar al ácido acetilsalicílico se utilizaban como analgésicos y antipiréticos antes de la aparición del ácido acetilsalicílico puro?
4. ¿Quién logró obtener la estructura cristalográfica del compuesto? ¿En qué año?
5. ¿Cuándo se patentó el compuesto y bajo qué nombre? ¿Quién lo patentó?
6. ¿Cuándo surgió por primera vez el comprimido bajo su forma comercial?
7. Elija alguno de los envases y/o logos que ha tenido el compuesto comercial para su comercialización.

QA

Cuestionario: Técnicas de análisis cuantitativo de ác. acetilsalicílico en comprimidos/tabletas.

1. En las últimas ediciones de las Farmacopeas Argentina, británica y de Estados Unidos. ¿Qué técnicas de análisis se realizan para cuantificar el ácido acetilsalicílico en tabletas? ¿Existen diferencias entre las distintas Farmacopeas?
2. ¿Varía la técnica de análisis si la muestra tiene, además de ácido acetilsalicílico, algún otro principio activo?
3. En ediciones anteriores de las Farmacopeas consultadas ¿utilizan las mismas técnicas de análisis? (ver ediciones desde 1990). ¿Existen diferencias entre las farmacopeas consultadas?
4. De todas las técnicas analizadas, ¿cuál/es le resulta/n más factible/s de realizar con los conocimientos que ud. posee hasta el momento?
5. Comparando las técnicas de las Farmacopeas actuales y más antiguas ¿qué conclusiones puede sacar? ¿Se invalidan las técnicas de las ediciones anteriores?

Bibliografía recomendada:

Miner, J. y Hoffhines, A. (2007). The discovery of aspirin's antithrombotic effects. *Texas Heart Institute Journal*, 34(2), 179-186.

Montinari, M. R., Minelli, S. y De Caterina, R. (2019). The first 3500 years of aspirin history from its roots – A concise summary. *Vascular Pharmacology*, 113, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.vph.2018.10.008>

Pereira, M., Pineiro, M., Danilo Dias, L. y Paixao, F. (2017). La síntesis de la aspirina, según la Química Verde. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 90, 44-51. <https://doi.org/ISSN 1133-9837>



2- Módulo Experimental

QO-II

Los estudiantes tienen como objetivo la síntesis del ácido acetilsalicílico a partir de ácido salicílico y anhídrido acético utilizando ácido sulfúrico como catalizador de la reacción. Una vez obtenido el producto de síntesis y su adecuada purificación, lo analizan mediante ensayos de caracterización, determinan su punto de fusión, y lo estudian por cromatografía en placa delgada (TLC) frente a testigos (Figura 1). De manera adicional, los estudiantes cuentan con una guía de trabajos prácticos donde no solo tienen un cuestionario de orientación y la técnica a realizar, sino también los resultados obtenidos del análisis de las muestras mediante distintas técnicas espectroscópicas: Resonancia Magnética Nuclear (RMN) y Espectroscopía Infrarroja con Transformada de Fourier (FT-IR) (Figura 2).

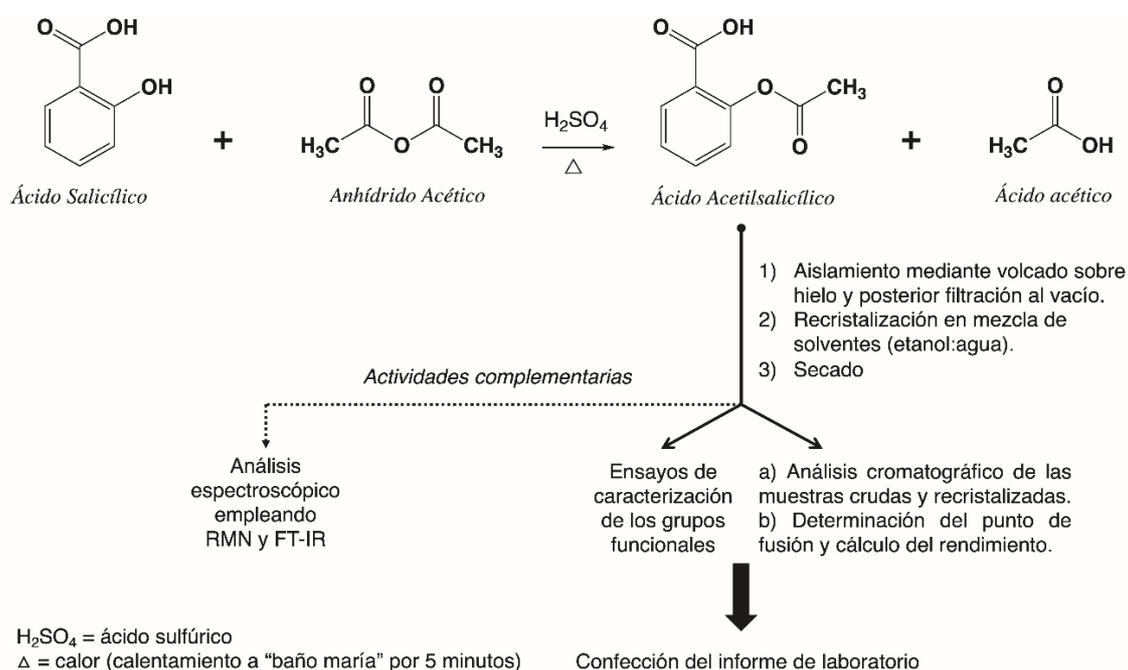


Figura 1. Reacción de obtención del ácido acetilsalicílico y esquema de trabajo que realizan los estudiantes en el laboratorio para la síntesis del compuesto, su aislamiento, purificación, caracterización e identificación.

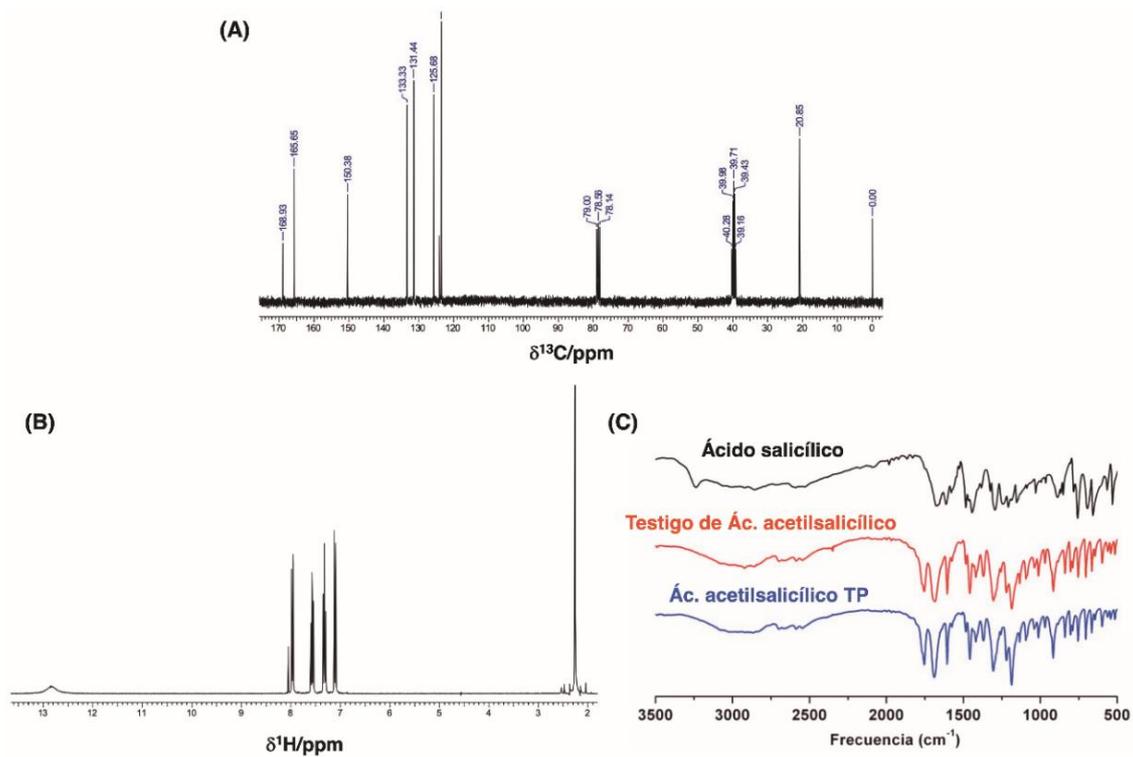


Figura 2. Espectros de ^{13}C - y ^1H -RMN (A y B, respectivamente) para el ácido acetilsalicílico disuelto en una mezcla de DMSO-d_6 y CDCl_3 (1:1). Espectros de FT-IR (C) para muestras obtenidas durante el trabajo práctico: ác. salicílico puro, testigo del ác. acetilsalicílico y ác. acetilsalicílico obtenido durante la práctica (TP). Material incorporado en la guía de Trabajos Prácticos.

Modelo de informe

Nombre y Apellido:

Comisión:

Informe: Trabajo Práctico N°3

“Ácido Acetilsalicílico”

- **Objetivo:** Ver guía “Cómo elaborar un informe de laboratorio”
- **Reacción global:** Esquematación de la reacción de síntesis utilizada para la obtención del producto deseado. Balanceada estequiométricamente.
- **Materiales y Métodos:** Detalle del protocolo utilizado en el TP para llevar a cabo la síntesis, aislamiento, purificación, caracterización y/o identificación del producto de interés.
- **Resultados:** Masa del producto deseado, rango de punto de fusión del compuesto previo y posterior a la recristalización, ensayos de caracterización y esquema gráfico de la cromatografía en placa delgada.
- **Análisis y discusión:** Ver guía “Cómo elaborar un informe de laboratorio”
- **Observaciones:** Solo en el caso de ser necesario, detallar los cambios realizados en el protocolo que le permitieron llegar al producto de interés.
- **Conclusión:** Ver guía “Cómo elaborar un informe de laboratorio”
- **Bibliografía:** Ver guía “Cómo elaborar un informe de laboratorio”

Guía para elaborar el informe de laboratorio

¿Cómo escribir un informe de laboratorio?

A partir de esta guía podrás obtener herramientas para escribir un informe de laboratorio en Química Orgánica.

Al momento de elaborar el informe hay tres preguntas clave para tener en cuenta:

- 1) ¿Qué es un informe de laboratorio?
- 2) ¿Cuál es su propósito?
- 3) ¿Quiénes serán los lectores del informe de laboratorio y que esperan de él?

La primera pregunta se podría responder diciendo que un informe de laboratorio es un texto basado en una experiencia práctica que pretende emular las publicaciones científicas en torno a un tema de investigación específico. La respuesta a la segunda pregunta sería comunicar los resultados experimentales y/o avances de una investigación en laboratorio. El objetivo de realizar estos informes es que aprendas las técnicas de laboratorio, que te familiarices con el método científico y que seas capaz de relacionar la teoría con los resultados experimentales. Y la respuesta a la tercera pregunta sería, en el caso de un contexto universitario, profesores, encargados de comisión, ayudantes y tus compañeros de clase. Por lo general, en el contexto universitario el equipo docente espera que demuestres tu capacidad para hilar las ideas y los procedimientos que plantea una experiencia práctica de forma coherente a sus objetivos, así como tu capacidad de relacionar los resultados obtenidos con lo que dice la teoría.

Hoja de ruta:

<i>Antes de escribir</i>	<i>Mientras escribes</i>	<i>Después de escribir</i>
¿Cuál es el objetivo del informe? ¿Qué fórmulas, ecuaciones o leyes científicas usamos? ¿Qué metodología, materiales y técnicas utilizamos en el laboratorio? ¿Cuáles fueron mis principales resultados? ¿Eran los esperados? ¿Cómo se pueden interpretar?	¿Expongo los resultados de mis experimentos de forma clara y ordenada? ¿Utilizo tablas y figuras para ilustrar mis experiencias? ¿Comparo mis resultados con lo que esperaba? ¿Cómo se explican las discrepancias, si las hay? ¿Incluyo citas bibliográficas pertinentes?	¿Incluí todo lo que mi profesor o profesora exigió? ¿Mantengo la exposición en tercera persona? ¿Mis tablas y gráficos están correctamente enumerados y etiquetados? ¿La escritura es clara? ¿Se entiende lo que quiero decir? ¿Corregí los errores de ortografía o tipeo que pudiera haber cometido?

QA

Los estudiantes trabajan con dos lotes de muestras comerciales de Aspirina® (o marcas alternativas) con distinta composición, una con cafeína y otra sin cafeína.

Cada estudiante recibe una única muestra previamente pulverizada y rotulada con un número determinado. De acuerdo con el número de muestra se les indica el protocolo de análisis a desarrollar, el mismo se encuentra en la guía de Trabajos Prácticos de la asignatura y se esquematiza a continuación (Figura 3).

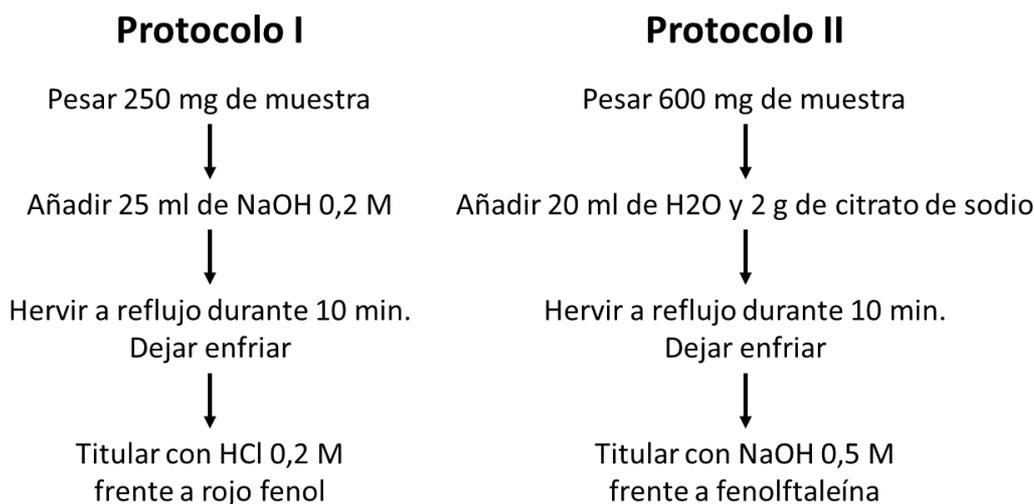


Figura 3. Esquema de los protocolos de análisis realizados en QA para la cuantificación de ácido acetilsalicílico.

El protocolo I se realiza sobre muestras de ácido acetilsalicílico como único principio activo y el protocolo II sobre muestras de ác. acetilsalicílico y cafeína como principios activos. El protocolo I fue obtenido de la Farmacopea Británica (BP 1999 vol. II), mientras que el protocolo II corresponde a la Farmacopea de Estados Unidos (USP 22 NF 17).

Una vez finalizada la actividad experimental, los estudiantes realizan los cálculos adecuados para determinar el contenido de ac. acetilsalicílico en la muestra analizada y lo comparan con el dato de concentración indicado en los rótulos de cada muestra. Éstos últimos se encuentran en una tabla donde se indica el número de muestra (recibida por los estudiantes) y el contenido informado por el fabricante. Con el fin de evaluar el desarrollo de la actividad, los estudiantes entregan un informe con el resultado obtenido, el valor teórico informado y las conclusiones elaboradas en base a la comparación de ambos valores de concentración.

3- Módulo Integrador

Para orientar esta parte del trabajo, los alumnos tienen a disposición un listado de ítems que se sugiere abarcar en el material a preparar. Si bien la elección particular éstos ítems queda a criterio de los alumnos, sí se les solicita que esquematicen y expliquen el mecanismo de reacción involucrado en cada protocolo de cuantificación desarrollado, las reacciones químicas y los cálculos realizados para obtener el resultado. A continuación, se presentan los ítems a considerar:

- Rendimiento de la reacción de síntesis

- Principales impurezas derivadas de la síntesis
- Punto de fusión del ácido acetilsalicílico
- Identificación del ácido acetilsalicílico
- Identificación del ácido salicílico
- Cuantificación del ácido acetilsalicílico. Mecanismos de reacción.

Reacciones químicas

- Diferencia entre protocolos de cuantificación. Justificación
- Criterio de calidad de la Aspirina® (o marcas alternativas)
- Conformidad con el rótulo

Innovación para la enseñanza de la Química

UNA PROPUESTA INNOVADORA PARA LA ENSEÑANZA DE DISOLUCIONES EN QUÍMICA GENERAL

Tatiana Edith Vergara

Universidad Nacional del Chaco Austral, Provincia del Chaco, Argentina

E-mail: tatianavergara@uncaus.edu.ar

Recibido: 12/05/2023. Aceptado: 26/11/2023.

Resumen. El objetivo de este artículo es describir la aplicación de una propuesta didáctica innovadora para el desarrollo de la unidad temática de disoluciones. Esta se ejecutó durante el primer cuatrimestre del año 2021 en Química General de la carrera de Ingeniería Zootecnista (Universidad Nacional del Chaco Austral). La propuesta incluyó el diseño de las actividades y desarrollo de las clases a partir de lo sugerido por el modelo de Johnstone y el empleo de una evaluación formativa. Como resultados favorables, los estudiantes destacaron la mayor comprensión que obtuvieron de los contenidos, la menor carga de estrés y una mayor motivación por asistir a las clases. Finalmente, esta experiencia nos invita a interpelar los métodos, procesos de enseñanza y la evaluación de los aprendizajes empleados por la docencia universitaria.

Palabras clave. educación superior, química general, disoluciones, modelo de Johnstone evaluación formativa.

Innovative Proposal for the Teaching of Solutions in General Chemistry

Abstract. The objective of this article is to describe the application of an innovative didactic proposal for the development of the dissolution thematic unit. It was developed during first semester of 2021 General Chemistry subject of the Zootechnical Engineering career (Universidad Nacional del Chaco Austral). The proposal was designed based on the Johnstone model and the use of a formative assessment. In general, the students highlighted as positive aspects the greater understanding they obtained of the contents, less stress and greater motivation to attend classes. This experience invites us to question the teaching methods and processes used by university teaching as well as the evaluation of learning.

Keywords. higher education, general chemistry, solutions, Johnstone's Model, formative assessment.

INTRODUCCIÓN Y MARCO CONCEPTUAL

Durante el año 2020, los docentes universitarios de las carreras presenciales nos vimos sumergidos en el desafío de migrar de la presencialidad a la virtualidad en un cerrar y abrir de ojos. La asignatura de Química General del primer año de la carrera de Ingeniería Zootecnista de la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS) no fue ajena a tal situación. En un artículo anterior (Vergara, 2021) se describió la realización de una experiencia



innovadora para la cátedra en el contexto de pandemia y virtualidad. La misma consistió en aplicar una actividad experimental como eje conductor para desarrollar la unidad didáctica de soluciones tomando como referencia teórica el modelo de Johnstone (2000).

En el 2021, se decidió continuar implementando transformaciones en la asignatura acordes no sólo a la situación de virtualidad sino también a las nuevas necesidades didácticas y pedagógicas que fueron surgiendo en el devenir de este espacio disciplinar y en el contexto educativo en general. Sin ir más lejos, los continuos avances científicos y tecnológicos y las nuevas competencias y/o habilidades que exige el mundo actual a los nuevos profesionales en formación, requieren interpelar los métodos y procesos de enseñanza empleados por la docencia universitaria como así también los formatos de evaluación de los aprendizajes (Lizitza y Sheepshanks, 2020)

En este sentido, el objetivo de este artículo es describir la aplicación de una propuesta didáctica innovadora para el desarrollo de la unidad temática de disoluciones ejecutada durante el primer cuatrimestre del año 2021 en Química General de la carrera de Ingeniería Zootecnista (UNCAUS). Esta propuesta incluyó como estrategia metodológica el diseño de las actividades y desarrollo de las clases a partir de lo sugerido por el modelo de Johnstone y la utilización de una evaluación formativa. Por estrategia metodológica se entiende al diseño de actividades que tienen como objetivo la construcción de conocimientos y en la que los y las estudiantes ponen en juego una multiplicidad de procesos cognitivos (Litwin, 1997).

De acuerdo a la bibliografía empleada, los aspectos cuali y cuantitativos de las disoluciones son aspectos que resultan de compleja interpretación para los estudiantes de diferentes niveles educativos (Raviolo y Farré, 2020); sin embargo, su enseñanza tradicional se reduce a la mera resolución algorítmica de ejercicios matemáticos. Situación que se reproduce en la Cátedra de Química General de la carrera de Ingeniería Zootecnista. Raviolo, Schroh y Farré (2022), sugieren abordar el concepto de concentración a través del uso de múltiples estrategias como ser experimentales, situaciones de lápiz y papel, animaciones/simulaciones que permitan a los estudiantes visualizar, diferenciar y controlar las variables involucradas en este concepto, sobre todo la relación de las variables intensivas con las extensivas.

A tal efecto, el modelo de Johnstone propone la existencia de tres niveles representacionales para la comprensión de los conceptos químicos: nivel macro, que sugiere que nuestro primer contacto con los fenómenos se da a través de nuestros sentidos; el nivel micro, relacionado con el comportamiento de partículas subatómicas, átomos, moléculas y el nivel simbólico, a partir del lenguaje que utiliza la química para hacer efectiva la comunicación en la comunidad científica (Talanquer, 2011; Lorenzo, 2020). A su vez, Johnstone (2000) sugiere que gran parte de las dificultades en química se deben a que solemos presentar los conceptos en los tres niveles simultáneamente. Sólo un experto podría navegar en estos tres niveles mientras que, para un estudiante

novato, esto implica serias complicaciones. De esta manera, Johnstone sugiere dar inicio por aquellas cosas que son familiares y tangibles para los estudiantes (nivel macro) y luego avanzar en los siguientes niveles gradualmente. En la experiencia de Vergara (2021), se pudo constatar que encarar la enseñanza de las disoluciones a partir de este esquema, facilitaba la adquisición de aprendizajes significativos para los estudiantes.

La evaluación formativa se entiende como aquella que valora continuamente el aprendizaje del estudiantado y la enseñanza del profesor, a partir del uso de diversos instrumentos, su análisis y toma de decisiones mientras ocurre el propio proceso (Casanova, 1998). Esta con la finalidad de tomar conciencia acerca de los procesos realizados, de los errores, dificultades, modos de aprender, aplicación de estrategias, que nos permitan una actitud permanente de investigación sobre la labor docente y los procesos de los estudiantes (Sanjurjo, 1994) con la finalidad de mejorar y ayudar a progresar (López, 2017). En nuestro contexto, la asignatura emplea tres exámenes parciales a fin de evaluar los contenidos, parciales que pueden considerarse como "convencionales", en los cuales solemos reducir la evaluación a la mera medición de un producto, perdiendo de vista el proceso que lleva al aprendizaje (Sanjurjo, 1994). En contraposición a esta situación, la evaluación formativa se basa en analizar continuamente la evidencia recolectada por los docentes a fin de ejecutar comentarios e implementar acciones para mejorar la comprensión de los estudiantes (Talanquer, 2015).

Finalmente, entendemos que abordar el desarrollo de la unidad temática de disoluciones a partir de los niveles macro, micro y simbólico tal como lo expone Johnstone y a su vez, la aplicación de una evaluación formativa, puede conducir a generar resultados favorables en la interpretación y adquisición de dichos contenidos.

METODOLOGÍA APLICADA

Descripción de la asignatura y diseño de la propuesta didáctica

La asignatura de Química General para la carrera de Ingeniería Zootecnista de la UNCAUS tiene una duración cuatrimestral y cuenta con una carga horaria de 105 horas distribuidas semanalmente en una clase de teoría de dos horas y cinco horas de actividades prácticas las cuales se dividen en dos horas de clases de gabinete (o resolución de problemas) y tres horas de actividades de laboratorio (según Resolución N° 182/18 C.D.C.B y A. Anexo, UNCAUS). Cabe aclarar que la asignatura Química General forma parte de la Cátedra de igual denominación. Dicha Cátedra tiene a cargo el dictado de este espacio disciplinar en todas las carreras de Ingeniería de la UNCAUS (Ingeniería en Alimentos, Ing. Química, Ing. Industrial, Ing. en Sistemas, Ing. Agronómica e Ing. Zootecnista) y la carrera de Licenciatura en Biotecnología.

En relación a las clases de práctica (gabinete y laboratorio), cuenta con once guías de trabajos prácticos de gabinete y siete trabajos prácticos de laboratorio.

Respecto a los métodos de evaluación empleados por la Cátedra, durante el cursado de la asignatura se evalúan los contenidos a partir de tres exámenes parciales escritos cada uno de ellos con posibilidad de un recuperatorio y calificación numérica a partir de una escala del 0 al 10. En estas evaluaciones sólo se contemplan los contenidos desarrollados en las clases de teoría y práctica.

Durante 2020 y 2021, las clases se vieron interrumpidas por la pandemia por COVID-19. Por ello, las carreras presenciales de la UNCAUS debieron migrar momentáneamente hacia la virtualidad. En este caso, la Cátedra de Química General decidió disminuir la cantidad de trabajos prácticos a desarrollar más no la forma de evaluar a los estudiantes: los tres exámenes parciales y sus recuperatorios se convirtieron en cuestionarios realizados en la Plataforma Moodle.

La resolución de los trabajos prácticos durante estos años se efectuó mediante clases sincrónicas por Google Meet (dos veces por semana, cada una de ellas de dos horas de duración) y la utilización de la Plataforma Moodle donde se encontraban las actividades, guías de trabajos prácticos y otros recursos para el cursado de la materia. Las clases de teoría se realizaron una vez por semana con una duración de aproximadamente dos horas, también mediante clases sincrónicas por Google Meet.

A pesar de los grandes desafíos que implicó el cambio de modalidad repentino en el dictado de la asignatura (de clases presenciales a clases virtuales), se encontró la oportunidad de poder aplicar ciertas innovaciones en el desarrollo de este espacio disciplinar.

En un primer momento, en 2020, se realizó una experiencia que tuvo como objetivo incorporar una actividad experimental sencilla como eje transversal para desarrollar la unidad didáctica de disoluciones bajo el marco conceptual del modelo de Johnstone (Vergara, 2021). Los resultados obtenidos sugirieron que la secuencia de actividades aplicada colaboró a que los estudiantes puedan darle mayor significatividad a los contenidos. Por esta razón, en el transcurso del año 2021, se optó por llevar a cabo nuevamente dicha experiencia, introduciendo algunas modificaciones, como, por ejemplo, la inclusión de una evaluación formativa.

Dada la reducción de trabajos prácticos durante el año 2021, se tuvo la posibilidad de poder extender el dictado de la unidad temática de disoluciones a lo largo de tres semanas y así poder ejecutar la propuesta didáctica elaborada. De la experiencia participaron veinticinco (25) estudiantes pertenecientes al primer año de la carrera de Ingeniería Zootecnista cohorte 2021 (UNCAUS).

La estrategia metodológica diseñada para abordar esta unidad didáctica quedó conformada por una secuencia de actividades bajo los lineamientos del Modelo de Johnstone y la implementación de una evaluación formativa como método de evaluación continua y procesual de los estudiantes (figura 1).

A partir del modelo de Johnstone, el abordaje de la unidad didáctica se plantearía a partir de actividades que involucren aspectos del nivel macro para luego continuar por el nivel micro y simbólico de forma paulatina.

En relación a la evaluación formativa, tal como se explicó anteriormente, la asignatura cuenta con tres exámenes parciales. A consecuencia de ello, esta evaluación formativa se constituyó como una de esas tres instancias (sólo se obtuvo autorización para modificar uno de los exámenes parciales). En este caso, fue el segundo examen parcial. Además, se decidió no calificar numéricamente sino otorgar una nota cualitativa (aprobado-desaprobado con posibilidad de recuperación) y una devolución del proceso de los estudiantes. Esto a fin de remarcar que "la evaluación de los aprendizajes significa más que medir el rendimiento académico y obtener una calificación numérica" (Anijovich, 2017, p. 32).

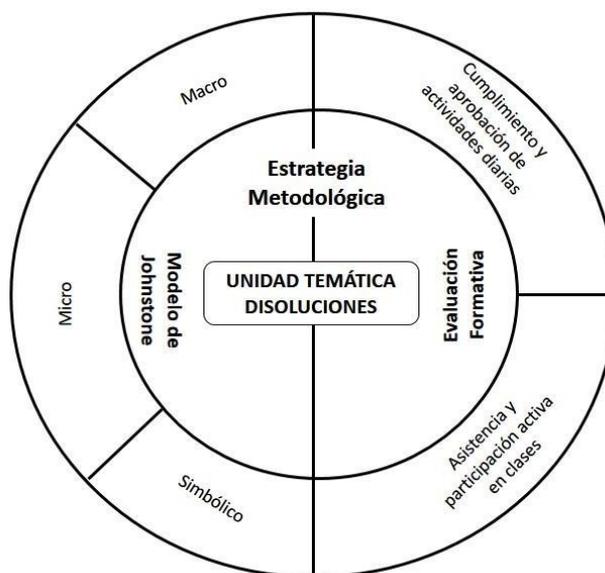


Figura 1. Estrategia metodológica aplicada para el desarrollo de la unidad temática disoluciones. Fuente: producción propia.

Como criterios de evaluación se tuvo en cuenta la asistencia y participación activa en las clases sincrónicas (como máximo faltar una clase) y el cumplimiento y la resolución adecuada de las actividades diarias propuestas por la docente (como mínimo, debían contar con el 60% o más de las actividades presentadas en tiempo y forma)

A fin de constatar el proceso de cada estudiante, se elaboró una planilla de seguimiento a partir de las hojas de cálculo de la aplicación del Google Drive para luego ser compartida con los alumnos/as.

La corrección de las actividades propuestas a los estudiantes se fue realizando durante las clases sincrónicas por el Google Meet. Se elegía al azar a algunos de ellos para que explicara la resolución de las actividades. Luego, mediante la colaboración del ayudante adscrito, se procedía a corregir las actividades de todos los estudiantes como así también el registro de la asistencia y participación.

A continuación, se detalla la guía de trabajos prácticos diseñada para organizar mejor las actividades y cómo esta fue desarrollándose en el transcurso de las seis clases propuestas y por supuesto, la aplicación de la evaluación.

Aplicación de la secuencia de actividades y evaluación formativa

Previo al inicio de la unidad de disoluciones, los estudiantes recibieron indicaciones sobre cuál sería la metodología para el segundo parcial como así también el desarrollo de la unidad temática. En la plataforma Moodle se habilitó la guía de trabajo prácticos que se utilizaría como organizador de las clases.

Tanto para las actividades planteadas como para el desarrollo de las explicaciones conceptuales, se intentó tomar como referencia de construcción y organización de las mismas al modelo de Johnstone.

De esta manera, se inició con un cuestionario que apuntaba a rastrear las ideas de los estudiantes desde un nivel macro de interpretación. Este estuvo compuesto de siete actividades orientadas a indagar las ideas previas que manejan los estudiantes respecto a las soluciones. El mismo se desarrolló a partir de la aplicación de Google Forms. Se colocó el link en la plataforma Moodle para que los estudiantes accedan a su completamiento (Tabla 1). Se otorgó una fecha límite para su realización, previa a la siguiente clase.

La clase siguiente inició a partir de las respuestas que dieron los estudiantes en relación al cuestionario. En primer lugar, se retomaron las actividades 1 y 7 para abordar aspectos tangibles de las soluciones como ser el estado de agregación de sus componentes y los diversos ejemplos de disoluciones que encontramos en la vida diaria. En este último aspecto, durante la clase, uno de los estudiantes tomó la iniciativa de mostrar a través de la videollamada en curso cómo preparó él la solución mencionada en la actividad 1 del cuestionario. Esta situación se empleó posteriormente para tratar otros temas como, por ejemplo, explicar las nociones de soluto y solvente y el concepto de concentración.

Luego, se desarrolló la explicación a nivel micro respecto al enfoque cinético-molecular del proceso de disolución. Se trabajó con diapositivas, imágenes, diagramas y el análisis de ejemplos concretos a fin de brindar una integración entre la teoría y la práctica y con aspectos que son tangibles o palpables para los estudiantes.

Tabla 1. Modelo de cuestionario empleado para la actividad previa.

CUESTIONARIO previo

1- El año pasado, a raíz de la Pandemia por el Covid-19, el Ministerio de Salud de la Nación sugirió la preparación de una "solución alcohólica con una concentración del 70%". En base a esta expresión, selecciona la respuesta correcta:

- Mezcla compuesta por 70% de alcohol etílico y 30% de agua.
- Mezcla compuesta por 70% de agua y 30% de alcohol etílico.

2- ¿Qué tipo de propiedad es la concentración? Selecciona una de las opciones.

- Intensiva
- Extensiva

3- La concentración puede definirse como:

- La cantidad de soluto por unidad de volumen de disolución (también se puede expresar por unidad de masa, de solvente o solución)
- La cantidad de solvente por unidad de volumen de disolución (también puede expresarse por unidad de masa, de solvente o solución)

4- ¿Cuál de estas acciones permite incrementar la concentración de una solución? A modo de ejemplo, imagina que preparaste un jugo de naranja y para ello mezclaste agua y jugo líquido concentrado.

- Agregar soluto (jugo concentrado)
- Evaporar solvente (agua)
- Extraer parte de la solución (jugo preparado)

5- ¿Cuál de estas acciones permite disminuir la concentración de una solución? Nuevamente piensa en el jugo preparado.

- Agregar solvente (agua)
- Eliminar soluto (jugo concentrado)
- Extraer parte de la solución (jugo preparado)

6- Suponte que deseas preparar 250 mL de la solución alcohólica al 70 %. ¿Qué cantidades debes emplear?

- 175 mL de alcohol etílico y 75 mL de agua
- 100 mL de agua y 150 mL de alcohol etílico
- 75 mL de alcohol etílico y 175 mL de agua
- 100 mL de alcohol etílico y 150 mL de agua

7-Indica algunos ejemplos de soluciones presentes en tu vida cotidiana.

Nota: Este "cuestionario previo" fue realizado a partir de los aportes conceptuales sobre concentración definidos en trabajos de Carpenter, Parson y Leoblein (2018) y Raviolo, A. y Farré, S. (2020).

Como tarea para la próxima clase, se plantearon las siguientes actividades obligatorias:

-Redacta en no más de una carilla (mínimo 20 líneas) el enfoque cinético-molecular del proceso de disolución.

-Buscar ejemplos de la vida cotidiana de soluciones de acuerdo al estado físico de sus componentes (un ejemplo de cada uno).

En la clase siguiente se retomaron estas últimas actividades solicitando al azar que los estudiantes compartieran sus respuestas. Posteriormente, se corrigió la tarea de todos los alumnos participantes.

A partir de esta clase y las tres subsiguientes, se desarrolló el nivel simbólico de la temática de solución mediante el tratamiento de la concentración expresada en unidades físicas y químicas. La guía de trabajos prácticos contó con catorce (14) situaciones problemáticas a resolver las cuales se resolvieron en clases y otras quedaban de tarea para luego corregirlas en el siguiente encuentro.

Para introducir el tema de concentración, se decidió partir de las actividades que estuvieron propuestas en el cuestionario previo, las actividades 4 y 5 y tomar como ejemplo concreto la solución que había preparado el alumno en la clase anterior. Se dispuso como soporte para las explicaciones el simulador de concentraciones de Phet disponible en la web: <https://phet.colorado.edu/es/simulations/concentration>. El simulador colaboró a la hora de demostrar las respuestas de los puntos del cuestionario donde había mayores dificultades de comprensión, precisamente en aquellos que involucraba el concepto de concentración.

En la última clase, se desarrolló un nuevo cuestionario para ser resuelto en la clase por Google Meet, primeramente, de forma individual y luego discutido entre todos en la clase sincrónica. Tuvieron un tiempo máximo de 40 minutos para realizarlo (Tabla 2).

Tabla 2. Cuestionario final.

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1- ¿Cómo se define una solución?2- Indicar V o F: La concentración depende de la relación entre la cantidad de soluto y el volumen/masa de solvente o solución.3- Indicar V o F: Si se extrae parte del volumen de una disolución, la cantidad de soluto por unidad de volumen aumenta.4- Indicar V o F: En una dilución, la cantidad de soluto permanece constante.5- Indicar V o F: En una solución, el soluto se haya distribuido uniformemente en toda la mezcla.6- Indicar V o F: A nivel submicroscópico, las partículas de soluto (iones, moléculas) no están distribuidas uniformemente en la mezcla considerada.7- Indicar V o F: La concentración varía en procesos como transferencia de una parte de una disolución, transferencia de la totalidad a otro recipiente o agregando un volumen de la misma concentración.8- Indicar V o F: La concentración es directamente proporcional a la cantidad de soluto, a volumen de disolución constante.9- Indicar V o F: La concentración es inversamente proporcional al volumen de la disolución, a cantidad de soluto constante.10- Indicar V o F: La concentración de la disolución disminuye ante la evaporación del solvente, a cantidad de soluto constante.11- Indicar V o F: La concentración de una disolución se modifica ante el agregado de soluto y el agregado de solvente si lo hacen manteniendo la proporción.12- La concentración de una solución de ácido sulfúrico es de 5 M. Esta expresión se interpreta como:<ol style="list-style-type: none">a. 5 moles de soluto (ácido sulfúrico) en 1000 mL de solventeb. 5 moles de solvente (agua) en 1 litro de solución |
|--|

- c. 5 moles de soluto (ácido sulfúrico) en 1000 mL de solución
- 13- Una solución de ácido nítrico tiene una concentración de 7,3 N. Esta expresión se interpreta como:
- a. 7,3 moles de soluto (ácido nítrico) en 1000 mL de solución
 - b. 7,3 equivalente-gramo de soluto (ácido nítrico) en 1 litro de solución
 - c. 7,3 gramos de soluto (ácido nítrico) en 1000 mL de solución
- 14- En un recipiente de 200 mL se tiene una solución con concentración 5 M. A partir de ella se prepara 150 mL de solución con una concentración de 2 M. ¿Qué volumen de agua se utilizó para preparar la dilución?
- a. 60 mL de agua
 - b. 200 mL agua
 - c. 90 mL de agua

Nota: Las actividades 2 a 11 de este cuestionario fueron adaptadas partir de los aportes conceptuales definidos en el trabajo de Raviolo y Farré (2020).

Al finalizar el desarrollo de la unidad, se procedió a realizar una devolución sobre el proceso realizado a cada alumno en la planilla de registro elaborada con su nota final (aprobado-desaprobado). Luego se les pidió a los estudiantes que redactaran al menos tres aspectos positivos y tres negativos sobre el desarrollo de la unidad didáctica.

RESULTADOS

Asistencia y participación activa de los estudiantes

Respecto a la asistencia y participación activa en las clases sincrónicas, de los veinticinco estudiantes, ocho de ellos presentaron inasistencia a por lo menos una de las seis clases programadas para el desarrollo de la unidad temática. Los motivos por los cuales se registraron las inasistencias se resumen en problemas de conexión a la red de internet o bien por motivos personales. Ante esta situación, se contemplaron alternativas a fin de que los estudiantes pudieran estar al día con los contenidos y actividades solicitadas.

Durante el desarrollo de las clases sincrónicas, los estudiantes mostraban predisposición para responder y participar en las actividades que la docente brindaba. Incluso cuando no podían asistir a las clases, se comunicaban con la docente para solicitar las actividades a realizar o solicitaban el acceso a las clases grabadas.

Entrega y resolución de las actividades

De acuerdo a la entrega y resolución de las actividades, veintitrés estudiantes cumplieron en tiempo y forma con ellas. Ante cualquier dificultad que surgía, se buscaban alternativas para que todos los estudiantes pudieran contar con las mismas oportunidades de entrega. Por su parte, el ayudante adscripto colaboró a la hora de responder consultas por fuera de los horarios de las clases sincrónicas.

En general, por clase se solicitaron un máximo de tres actividades para que los estudiantes pudieran resolverlos en forma individual y luego ser entregadas en la clase posterior.

Sobre aspectos conceptuales: concentración de disoluciones

Uno de los contenidos conceptuales con mayor énfasis en la unidad temática de disoluciones fue el concepto de concentración.

En el cuestionario previo, respecto a las actividades 1 y 6, los estudiantes no mostraron dificultades a la hora de resolver los mismos. Un 90% de los alumnos brindaron las respuestas correctas. Al solicitarles que explicaran cómo lo habían resuelto, estos mostraban la aplicación de razonamientos y cálculos relacionados con la aplicación de la regla de tres simple. Uno de los estudiantes decidió mostrar durante la clase sincrónica cómo preparar dicha solución alcohólica con los elementos que tenía a disposición, y demostró la aplicación de estos cálculos sencillos y el razonamiento que había realizado (aplicando regla de tres).

Respecto al punto 2 del mismo cuestionario, nuevamente una amplia mayoría de los estudiantes respondió que la concentración es una propiedad intensiva (aproximadamente, el 80% del curso). Por ello, aprovechando la demostración que realizó el estudiante anterior, se les planteó lo siguiente: *si tomaran una porción de la solución que preparó su compañero y la colocaran en un nuevo recipiente, ¿qué concentración tendrían estas soluciones?* Los estudiantes no supieron qué responder. Esta situación se convirtió en un puntapié inicial para poder abordar el concepto de concentración y razonar sus implicancias en las clases posteriores.

Ante la pregunta *¿Cuál de estas acciones permite incrementar la concentración de una solución?* y *¿Cuál de estas acciones permite disminuir la concentración de una solución?* (punto 4 y 5 del cuestionario previo, respectivamente), los estudiantes respondieron en base a una sola posibilidad en cada caso (figura 2 y 3). En consecuencia, se confrontaron las respuestas con el simulador PHET, a partir del cual pudieron analizar otras acciones que permitirían incrementar o disminuir la concentración de las soluciones.

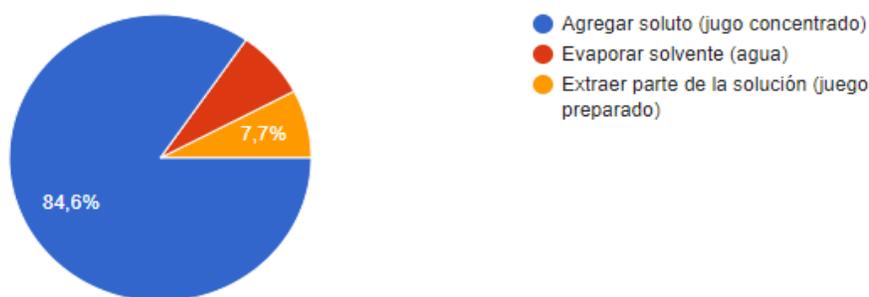


Figura 2. Porcentaje de respuestas al punto 4 del cuestionario previo: *¿Cuál de estas acciones permite incrementar la concentración de una solución?*

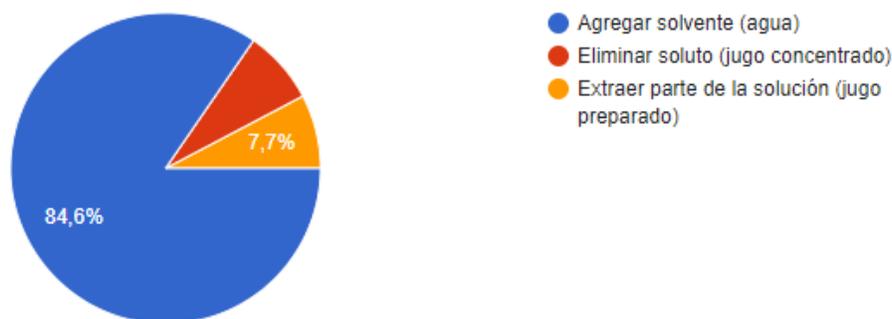


Figura 3. Porcentaje de respuestas al punto 5 del cuestionario previo: ¿Cuál de estas acciones permite disminuir la concentración de una solución?

Otro aspecto a destacar y que consideramos debe ser mejorado en próximas oportunidades, es que, si bien se otorgaron catorce ejercicios relacionados con la aplicación de unidades físicas y químicas para el cálculo de la concentración, estas actividades se limitaron a plantear situaciones de pasajes de unidades y cálculos de un dato faltante. Es decir, involucraron procedimientos matemáticos y no otro tipo de razonamientos que implicaran un análisis más profundo (cualitativo) respecto a la concentración de dichas las disoluciones (Tabla 3).

Tabla 3. Ejercicios propuestos respecto al concepto de concentración.

-Calcular la Molaridad (M) de una solución acuosa de CaCl_2 45 % m/m, cuya densidad es 1,25 g/ml.
-Hallar la N de estas soluciones que contienen: a) 2,3 g de carbonato de calcio en 250 ml de solución; b) 0,27 moles de hidróxido de magnesio en medio litro de solución c) 15 gramos de ácido nítrico en 250 ml de solución.

Por último, el cuestionario final si bien otorgó resultados alentadores, poder discutir las respuestas con los estudiantes, fue un punto que favoreció la aclaración de las dudas y dificultades de interpretación que aún perduraban en ese momento. Básicamente, la interpretación del concepto de concentración y la aplicación de unidades químicas en la resolución de los ejercicios, fueron algunos de los aspectos que continúan ofreciendo mayores dificultades de comprensión (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados del cuestionario final.

Pregunta 1	Todos definieron a la solución como mezcla homogénea compuesta de soluto y solvente.	Pregunta 8	90% Verdadero 10% Falso
Pregunta 2	80% Verdadero 20% Falso	Pregunta 9	70% Verdadero 30% Falso
Pregunta 3	40% Verdadero 60% Falso	Pregunta 10	40% Verdadero 60% Falso
Pregunta 4	80% Verdadero 20% Falso	Pregunta 11	30% Verdadero 70% Falso

Pregunta 5	90% Verdadero 10% Falso	Pregunta 12	a: 25% b: 5% c: 70%
Pregunta 6	40% Verdadero 60% Falso	Pregunta 13	a: 30% b: 60% c: 10%
Pregunta 7	40% Verdadero 60% Falso	Pregunta 14	a: 40% b: 15% c: 45%

Nota: En la tabla, las expresiones en negrita denotan la respuesta correcta al cuestionario.

Sobre la estrategia metodológica aplicada: Modelo de Johnstone y evaluación formativa

Para este punto, se decidió rastrear las opiniones de los estudiantes respecto a la modalidad que adquirió el desarrollo de la unidad temática. Veintitrés estudiantes manifestaron aspectos positivos y once de ellos, aportaron además, detalles negativos de la propuesta.

En general, como puntos positivos destacaron la mayor comprensión que obtuvieron de los contenidos, menor estrés y mayor motivación por asistir a las clases:

-“Menos estrés y nervios por los estudios. Más oportunidades de corrección. Más facilidad en los ejercicios. Hace que lo aprendido sea por comprensión y no por memorización.” (Lucas, estudiante, 2021)

-“Nos permite que a la vez que realizamos tareas de química también podamos realizar con mucha más comodidad tareas de otras materias. Aprendemos exactamente lo mismo que si se tomara un parcial “convencional”, porque al dejar tareas diariamente estamos constantemente refrescando lo dado en clases. Es la clara muestra de que el hecho de aprobar/tomar un parcial no es el único y definitivo método para que un alumno aprenda sobre un tema, sería muy bueno que más profesores tomen esta iniciativa de salir de lo convencional para así avanzar hacia una educación no solo más práctica y moderna sino también que permita al alumno aprender lo mismo o incluso más sin tener la presión y estrés a la hora de tener que preparar 3/4 parciales en la misma semana, a la vez que tiene que hacer y entregar en tiempo y forma los trabajos prácticos de cada materia” (Francisco, estudiante, 2021)

-“Motiva a los alumnos participar en la resolución de ejercicios. Evita el estrés de rendir en un horario y tiempo definido un volumen de conocimientos bastante amplio. Los simuladores usados en línea, son muy lindos y buenos para la comprensión” (Marisol, estudiante, 2021)

-“Teníamos un seguimiento constante de las actividades, tuvimos más tiempo para resolver y aprender. Es algo novedoso y más entretenido de realizar” (Nadia, estudiante, 2021)

En relación a los aspectos negativos, los estudiantes centraron sus opiniones en relación a problemas de conectividad y la utilización de las aplicaciones virtuales:

-“Utilización de aplicaciones. La idea buenísima, personalmente me costó. Con el trabajo se me complicó la presencialidad, pero me supe adaptar” (Alejo, estudiante, 2021)

-“Complicación con la asistencia a clases, por lo que no podía participar de manera constante” (Eugenia, estudiante, 2021)

-“Al estar todas las actividades en línea no las pude realizar por problemas de conexión. Las páginas distintas de Moodle consumen o requieren de datos o conexión wifi”. (Karina, estudiante, 2021)

Ante estas situaciones, tal como se explicó con anterioridad, se brindó más tiempo para la entrega de las actividades, acceso a las grabaciones de las clases a posteriori y clases de consulta con el ayudante adscrito.

Por último, de los veinticinco estudiantes que cursaron esta unidad temática, dos de ellos no cumplieron con las condiciones para aprobar la evaluación. Si bien se les otorgó posibilidades de recuperación, decidieron abandonar el cursado de la asignatura por motivos que no expusieron.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Lizitza y Sheepshanks (2020) manifiestan que resulta necesario interpelar, revisar, pensar, deconstruir y reconstruir el modelo tradicionalista enciclopedista centrado en el docente que ha caracterizado las aulas universitarias del país. Los continuos avances que están presentes en la actualidad ponen en jaque aquellos métodos que en su momento fueron efectivos pero que quizás hoy no sean los más adecuados para los estudiantes del siglo XXI.

Bajo esta óptica, asumir la responsabilidad de implementar una propuesta didáctica que demande la aplicación de enfoques y/o estrategias metodológicas poco convencionales (al menos dentro del contexto de la Cátedra en cuestión) implica la necesidad de contemplar tanto los aspectos favorables como los potenciales obstáculos y desafíos a lo largo del proceso.

Como aspectos positivos, destacamos el hecho de que los estudiantes manifestaron sentirse cómodos con la propuesta: se sintieron acompañados en el desarrollo de los contenidos, demostraron mayor motivación por asistir a las clases y menos estrés a la hora de ser evaluados. Desde este punto de vista, el comentario de Francisco nos interpela notablemente dado que reconoce que ellos esperan que los docentes coloquen en práctica otras formas de abordar la enseñanza y que la misma no se reduzca al tradicionalismo que impera en las aulas. Lo mismo con los métodos de evaluación. Esto nos conduce a pensar y reflexionar sobre varias cuestiones: *¿qué métodos, enfoques, estrategias guían nuestra labor docente?, ¿son acordes al estudiante del siglo XXI?*; en relación a

la evaluación, *¿qué entendemos los docentes universitarios por evaluación?, ¿constituyen instancias de tortura o de real aprendizaje?, ¿qué metodologías utilizamos y cómo empleamos la evaluación como medio para interpelar nuestra labor docente?*

Por otro lado, en relación a los contenidos, el concepto de concentración constituye uno de los grandes retos para la enseñanza y su correcto aprendizaje. Desde el punto de vista del nivel simbólico, los ejercicios numéricos propuestos se centraron en tareas que planteaban situaciones de pasajes de unidades y cálculos de un dato faltante. Sería necesario incorporar razonamientos de proporcionalidad orientados a la predicción y comparación cualitativa, tal como lo expone Raviolo, Schroh y Farré (2022) para lograr una profundidad mayor en la comprensión de este concepto.

A su vez, en relación a los cuestionarios aplicados, si bien las respuestas nos otorgaron un panorama sobre las ideas de los estudiantes, el poder discutir las respuestas en las clases sincrónicas nos permitió conocer las contradicciones, errores y aciertos que manejaban los estudiantes respecto a los temas dados. Bajo esta óptica, el simulador PHET resultó de gran ayuda a la hora de confrontar las respuestas de los estudiantes con sus dificultades y errores conceptuales.

Orientar el desarrollo de la unidad temática desde los niveles macro, micro y simbólico y poder evaluarlos de forma continua, nos abrió un abanico de posibilidades para identificar las ideas que tienen los estudiantes y trabajar a partir de ellas. Tal como se registró, uno de los estudiantes decidió demostrar con una experiencia sencilla la preparación de una solución, lo que dio marcha a plantear ciertas preguntas para que ellos pudieran analizar. Talanquer (2015) advierte que el uso de evaluaciones formativas nos permite involucrar a los estudiantes generando preguntas, explicaciones o bien, como en este caso, que el alumno sea quien tome la iniciativa en proponer una actividad experimental para demostrar sus conocimientos. Por otra parte, resalta este autor, bajo este formato evaluativo, los docentes debemos estar atentos críticamente a las ideas y aportes de los estudiantes a fin de construir nuevos conocimientos de manera colectiva. Sin dudas, que el papel activo y la implicación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje fue una de las fortalezas de esta propuesta didáctica.

Por último, consideramos que esta experiencia nos convoca a continuar trabajando en las siguientes líneas de acción:

- *Repensar las estrategias metodológicas aplicadas en el desarrollo de todas las unidades temáticas de la asignatura:* El modelo de Johnstone (los tres niveles representacionales) como referencia teórica puede resultar apropiado para abordar los contenidos. Nos permite partir desde las ideas de los estudiantes y de situaciones concretas y cercanas a su vida cotidiana como también de su futuro campo laboral. Por otro lado, es necesario revisar la cantidad de contenidos dispuestos en el programa de

la asignatura y evaluar si realmente son significativos para los futuros profesionales.

- *Considerar a la evaluación formativa como método de evaluación:* Los profesores que fomentan el diálogo, escuchan y responden reflexivamente a sus alumnos tienen mejores recursos para ayudarlos a alcanzar sus objetivos de aprendizaje (Talanquer, 2015). Para esto, es necesario definir nuevos objetivos, criterios e instrumentos de evaluación en la asignatura que nos permitan conocer y registrar el proceso de los estudiantes (por ejemplo, incorporar listas de cotejo, rúbricas, portafolio, entre otros). En este sentido, es crucial la generación de *interacciones dialogadas formativas* (Anijovich, 2017) entre docentes y alumnos que permitan la reflexión sobre los desempeños y las producciones e identificar los obstáculos y modos de abordarlos.
- *Uso de cuestionarios virtuales:* Si bien los cuestionarios tal y como y fueron diseñados en esta oportunidad nos otorgaron un panorama de las ideas de los estudiantes, es necesario registrar el fundamento (formas y razonamientos) que aplican los estudiantes para resolverlos y tener certeza de que sus respuestas no son dadas solo por azar.
- *Desarrollo de la unidad temática de disoluciones:* Si bien continuaremos apostando por el abordaje a partir de los tres niveles representacionales propuestos por el modelo de Johnstone, observamos que es necesario incorporar ejercicios prácticos que involucren no sólo cálculos de datos faltantes o pasajes de unidades de medida sino, además, tareas que impliquen la predicción y comparación cualitativa para otorgar mayor profundidad en la comprensión de los conceptos.

Antes de terminar, no podemos dejar de mencionar que una propuesta de estas características requiere de una dedicación extra para diseñar las actividades e ir adaptándolas durante el transcurso del desarrollo de las clases. Sin embargo, los resultados obtenidos nos alientan a continuar por este camino. Entendemos que encontrar nuevas formas y metodologías que permitan despertar en el estudiante la necesidad de pensar, reflexionar, cuestionar sus ideas, que interpielen su curiosidad entre otros aspectos, pueden ser los nuevos objetivos que guíen nuestra labor docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anijovich, R. (2017). La evaluación formativa en la enseñanza superior. *Voces de la educación*, 2(1), 31-38. <https://www.revista.vocesdelaeducacion.com.mx/index.php/voces/article/view/32>
- Carpenter, Y., Parson, R. y Leoblein, T. (2018). *Preguntas clicker sobre concentración*. Colorado: PheT Interactive Simulations, University of Colorado Boulder. <https://phet.colorado.edu/es/contributions/view/4735>
- Casanova, M. A. (1998). Evaluación: Concepto, tipología y objetivos. La evaluación educativa. *Escuela básica*, 1, 67-102.

- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry- logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>
- Litwin, E. (1997). *Las configuraciones didácticas: una nueva agenda para la enseñanza superior* (1° ed., 1° reimp.). Buenos Aires: Paidós.
- Lizitza, N. y Sheepshanks, V. (2020). Educación por competencias: cambio de paradigma del modelo de enseñanza-aprendizaje. *RAES*, 12(20), 89-107. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7592063>
- López, M. S. F. (2017). Evaluación y aprendizaje. *MarcoELE: Revista de Didáctica Español Lengua Extranjera*, (24), 3. https://marcoele.com/descargas/24/fernandez-evaluacion_aprendizaje.pdf
- Lorenzo, M. G. (2020). Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, (21), e0004. <https://doi.org/10.14409/au.2020.21.e0004>
- Raviolo, A. y Farré, S. (2020). Aprendizaje conceptual del tema concentración de disoluciones: análisis de imágenes de libros de texto universitario. *Educación Química*, 31(3), 119-133. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.3.75733>
- Raviolo, A., Schroh, N. T. y Farré, A. (2022). La comprensión de estudiantes de primer año de universidad del concepto de concentración expresada en gramos por litro. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 143-159. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3267>
- Resolución 182/18, 2018. Consejo Directivo, Universidad Nacional del Chaco Austral. (Argentina). https://uncaus.edu.ar/images/Estudiantes/Carreras/planes/06_INGENIERIA_ZOOTECNISTA/1/02_Qumica_General_-_Res_182-18_CDCByA.pdf
- Sanjurjo, L. (1994). La evaluación y la acreditación en el proceso de aprendizaje. En L. Sanjurjo, M.T. Vera. *Aprendizaje significativo y enseñanza en los niveles medio y superior*. Rosario: Homo Sapiens.
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Talanquer, V. (2015). La importancia de la evaluación formativa. *Educación química*, 26(3), 177-179. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.05.001>
- Vergara, T. E. (2021). Nuevas experiencias en un curso de Química universitaria. *Educación En La Química*, 27(01), 69-76. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/18>

Innovación para la enseñanza de la Química

EL RECICLADO DE LATAS EN EL NIVEL UNIVERSITARIO: APORTES DE LA PSICOLOGÍA AMBIENTAL Y LA DIDÁCTICA A LA QUÍMICA INORGÁNICA

Germán E. Gomez^{1*}, Luciana Comerci², Romina Nievas², Jorge A. Díaz¹, Carolina E. Cerizola³, Johana Martin⁴, Fernán D. U. Sarmiento⁵

1- Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia (UNSL-FQByF), Departamento de Química, Área de Química General e Inorgánica. San Luis, Argentina.

2- UNSL-FQByF, Departamento de Biología, Área de Educación en Ciencias Naturales. San Luis, Argentina.

3- Escuela N° 423 Juan M. de Rosa. San Luis, Argentina.

4- Instituto Privado Suyai. San Luis, Argentina.

5- Colegio N° 12 Ramón Carillo. San Luis, Argentina.

*E-mail: germanqomez1986@gmail.com

Recibido: 28/03/2023. Aceptado: 23/12/2023.

Resumen. En el contexto de las prácticas de los estudiantes de la carrera de Analista Químico de la Universidad Nacional de San Luis, el objetivo del trabajo fue diseñar una nueva propuesta didáctica de trabajo práctico experimental sobre contenidos de Química General e Inorgánica, con aportes de la Didáctica y de la Psicología Ambiental. Se llevaron a cabo dos estudios: uno cuantitativo y otro cualitativo. El primero se basó en la enseñanza de técnicas de síntesis y estudios en estado sólido que permitieron analizar la pureza del compuesto y monitoreando el rendimiento de la reacción. El estudio cualitativo consistió en la implementación de instrumentos de recolección de datos para indagar acerca de las conductas sustentables, como la lectura bibliográfica, las respuestas a un cuestionario, instancias de reflexión y su posterior socialización. Se concluyó que el trabajo interdisciplinario, llevado a cabo a través de esa propuesta didáctica, favoreció la formación integral de los estudiantes de la carrera de Analista Químico en esta universidad.

Palabras clave. enseñanza de la química, síntesis de alumbre, reciclado, conducta sustentable, formación integral

The Recycling of Cans in the University Level: Contributions of Psychology and Didactics to Inorganic Chemistry

Abstract. In the context of the internships of students in the Chemical Analyst career at the National University of San Luis, the objective of the work was to design a new didactic proposal for experimental practical work regarding General and Inorganic Chemistry topics, incorporating contributions from Didactics and Environmental Psychology. Two studies were conducted: a quantitative one and a qualitative one. The quantitative study focused on teaching synthesis techniques and solid-state studies that allowed analyzing the purity of the obtained compound and monitoring the reaction yield. The qualitative study involved the implementation of data collection instruments to investigate sustainable behaviors, such as bibliographic reading, questionnaire responses, reflection instances, and subsequent socialization. It was concluded



that the interdisciplinary work carried out through this didactic proposal favored the comprehensive training of students in the Chemical Analyst career at this university.

Keywords. chemistry teaching, synthesis of alum, recycling, sustainable behaviour, comprehensive education

INTRODUCCIÓN

Si bien la palabra “verde” significa ambientalmente inofensivo, con respecto a la Química Verde existen opiniones encontradas. Por un lado, suele asociarse a la química con el problema de la contaminación, mientras que, por el otro, se cree que, en realidad, esta ciencia aporta la solución a la crisis ambiental que actualmente vivimos (Anastas y Eghbali, 2010). En este trabajo, el concepto de Química Verde se relaciona con el diseño de procesos o productos químicos que reducen el uso de sustancias peligrosas.

La extracción del aluminio genera numerosos problemas ambientales, y su producción conlleva a un gran consumo energético. Por el contrario, obtener aluminio reciclado reduce en un 95% la contaminación y disminuye el uso de energía eléctrica (Rodríguez, 2002; Sierra et al., 2014; Martino, Verardo y Romanelli, 2014) La presente propuesta consiste en la síntesis de alumbre de aluminio, $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$, a partir de latas de bebidas. Considerando las propiedades anfóteras que presenta el aluminio metálico (Cotton y Wilkinson, 2000), es posible obtener una sal doble por combinación de reacciones en medio básico seguido de un ataque en medio ácido.

En este marco, y considerando el perfil profesional del analista químico en esta institución educativa, caracterizado por monitorear el control de la contaminación del agua, aire y suelo, se diseñó una nueva propuesta didáctica en la que se incorpora al trabajo experimental, la formulación de preguntas como estrategia de enseñanza para motivar la reflexión a la luz de la Psicología Ambiental. Esta estrategia didáctica tiene como propósito contribuir al aprendizaje significativo de sus estudiantes y favorecer la reflexión en el aula (Triana-Hernández, 2014; Benoit Ríos, 2020). La Psicología Ambiental aborda el estudio de los factores psicológicos que afectan y que son afectados por la interacción individuo-ambiente. En este contexto, el estudio de la conducta sustentable es una de las prioridades de la investigación psicoambiental (Corral Verdugo, 2001).

Debido al impacto que tiene formar profesionales con compromiso socioambiental, la elección de esta disciplina se fundamenta en la necesidad de ampliar la noción tradicional de ambiente, relacionada casi exclusivamente al entorno físico-natural (Abraham, Azar y Segovia, 1997; Azar, Abraham y Mainero, 2012). Generalmente, se relega el componente social, incluido en las conductas pro-sociales, una de las dos grandes categorías de las conductas sustentables. De esta manera, al ampliar la mirada sobre el ambiente, con los aportes de la Psicología Ambiental, se posibilita pensar y reflexionar sobre conductas cotidianas que también forman parte de la sustentabilidad.

En 1987, se introduce el concepto de Sustentabilidad en el informe de las Naciones Unidas “Nuestro futuro común”, donde la Comisión Mundial en

Desarrollo y Ambiente (*World Commission on Environment & Development, WCED*) lo define como "Un estilo de vida que permite satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas". Corral Verdugo (2012) define la conducta sustentable (CS) como "el conjunto de acciones deliberadas y efectivas que resultan en la protección de los recursos naturales y socioculturales del planeta" y propone que la CS está integrada, al menos, por cuatro grandes categorías de comportamientos pro-ambientales y pro-sociales:

- 1) la conducta pro-ecológica,
- 2) el comportamiento frugal,
- 3) la conducta altruista, y
- 4) el comportamiento equitativo.

Según Corral Verdugo (2012) las dos primeras categorías de conducta sustentable se enfocan más en el cuidado del ambiente físico o natural, mientras que las siguientes dos están más interesadas en la protección del entorno sociocultural o humano. La conducta pro-ecológica es el tipo de comportamiento sustentable que puede definirse como "el conjunto de acciones deliberadas y efectivas que responden a requerimientos sociales e individuales y que resultan en la protección del medio físico o natural" (Corral Verdugo, 2001). El comportamiento frugal o austero se refiere al consumo medido de productos y forma parte de la conducta sustentable ya que solo reduciendo la adquisición de recursos naturales podemos garantizar la reposición de estos y, por ende, su conservación (Oskamp, 2000). La conducta altruista, de acuerdo a Van Lange, (2000), está constituida por acciones con las que un individuo busca "maximizar los beneficios de otro, con muy poco o ningún interés en los beneficios para sí mismo". La conducta equitativa es definida por Corral (2012) como el trato sin sesgo o favoritismo hacia las personas con las que se interactúa, independientemente de sus características físicas o demográficas, además de brindar oportunidades de acceso a todos al disfrute de los recursos naturales y sociales.

Los objetivos generales fueron diseñar una nueva propuesta didáctica de trabajo práctico experimental con perspectiva socio-ambiental y conocer las concepciones que poseen los estudiantes de la química inorgánica y las conductas sustentables. Se plantearon dos objetivos específicos: obtener compuestos de valor agregado a partir de material reciclado para considerar las aplicaciones de este compuesto inorgánico en la reducción de la contaminación; y, contribuir al aprendizaje significativo de los estudiantes favoreciendo la reflexión en el aula sobre la importancia del reconocimiento de las conductas sustentables en su formación profesional.

PROPUESTA DIDÁCTICA

En la propuesta didáctica se utilizó, por un lado, un abordaje cuantitativo, consistente en un desarrollo experimental aplicando conocimientos de Química General e Inorgánica, y por el otro, un abordaje cualitativo que estuvo

constituido por tres grandes momentos: el primero consistió en el análisis de bibliografía sobre conductas sustentables y sobre el impacto de contaminantes, reciclado, y aplicaciones del alumbre; en el segundo momento se implementó como instrumento un cuestionario individual; y en el tercero, se efectuó una instancia de socialización, con el objeto de propiciar la reflexión grupal como estrategia didáctica, acerca de las conductas sustentables que atravesaron la experiencia de laboratorio.

Desarrollo experimental. Síntesis de alumbre

La síntesis de alumbre a partir de latas de aluminio fue llevada a cabo mediante dos procesos, tanto en medio alcalino como en medio ácido, por precipitación con ácido sulfúrico. Luego, el sólido fue caracterizado por difracción de rayos X, espectroscopía infrarroja y análisis termogravimétrico. En la tabla 1, se detallan los materiales, reactivos e instrumental empleados en la experiencia.

Tabla 1. Materiales y reactivos necesarios para la síntesis del alumbre.

Materiales		Reactivos
Vaso de precipitado (250 mL)	Vidrio de reloj	Muestra: Latas de aluminio cortadas en láminas de 1 cm ²
Pipeta graduada (10 mL)	Varilla de vidrio	H ₂ SO ₄ (c) (96% m/m y densidad: 1,84 g/mL)
Frasco Erlenmeyer (25 mL)	Portamuestras	Indicador rojo de metilo
Embudo de porcelana	Mortero de ágata	Solución de KOH (2,8 M)
Embudo Büchner	Papel de filtro	Alcohol etílico, Acetona
Matraz kitasato	Film de plástico	Agua destilada
Probeta (25 mL)	Plancha calefactora	

Participantes de la propuesta: estudiantes universitarios del último año de la carrera de analista químico de la Universidad Nacional de San Luis que optaron por realizar una práctica en el área de Química General e Inorgánica de acuerdo a los requerimientos del Plan de estudio CD 13/12.

Primer momento: consistió en el análisis de bibliografía sobre conductas sustentables de Corral Verdugo (2001, 2012) con el objeto de identificar en ellos la presencia de conductas sustentables pro-ambientales (pro-ecológicas y frugales) y pro-sociales (equitativas y altruistas) y, sobre el impacto de contaminantes, reciclado, y aplicaciones del alumbre (Coton, 2000; Atkins, 2006).

Segundo momento: se implementó como instrumento un cuestionario individual para identificar, desde la Psicología Ambiental, los diferentes tipos de conductas sustentables puestas en juego y estimular la reflexión sobre las mismas.

Tercer momento: se efectuó una instancia de socialización, entre docente y estudiantes, a través del diálogo, con el objeto de propiciar la reflexión grupal acerca de las conductas sustentables que atravesaron la experiencia de laboratorio.

Instrumentos de recolección de datos para el análisis cualitativo

Se utilizó un cuestionario elaborado a los fines exclusivos de esta propuesta. El mismo incluyó preguntas abiertas en relación a la presencia de conductas altruistas, equitativas, frugales y pro-ecológicas. Las preguntas del cuestionario fueron:

1) *Teniendo en cuenta la definición de conductas sustentables de Corral (2001) y las categorías que la conforman, ¿Cuáles de estas conductas sustentables considera que intervinieron en cada una de las distintas etapas de la propuesta aquí presentada?*

2) a. ¿Considera el concepto de sustentabilidad en sus prácticas profesionales como Analista Químico, más allá de que el mismo no se encuentra presente de manera explícita en su formación universitaria?

b. ¿De qué manera incorpora el mismo?

c. ¿En qué acciones concretas se revela dicho concepto?

DESARROLLO

Síntesis cuantitativa

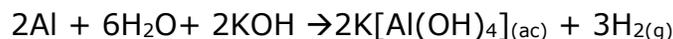
En una primera etapa, los estudiantes debían recolectar los materiales y reactivos mencionados anteriormente. Posteriormente, las latas de aluminio fueron lavadas en acetona para eliminar la pintura, y luego cortadas en piezas cuadradas de 1 cm² (Figura 1).



Figura 1. Etapas de la síntesis de alumbre registradas en fotografías tomadas por los estudiantes que incluyeron: recolección, lavado, pesada y ataque en medio ácido.

La reacción se produjo en dos etapas:

Ataque en medio básico:



Ataque en medio ácido:



Detalle Experimental: Los pasos seguidos durante la síntesis se detallan a continuación. A la masa de aluminio se le colocaron los 25 mL de la solución 2,8 M de KOH observándose en la misma una reacción instantánea con burbujeo de H₂. Para que la reacción se produjera más rápidamente, se colocó el vaso de precipitación que contenía la muestra sobre una plancha calefactora, observándose en pocos minutos que las burbujas desaparecieron y la solución se tornó color gris oscuro. Se separó el vaso de la plancha calefactora y se dejó la solución enfriar a temperatura ambiente.

La solución se filtró a temperatura ambiente y al vacío. Se enjuagó el vaso de precipitado usado para disolver el aluminio y se filtró la solución de cada enjuague. Posteriormente, la solución filtrada se le agregaron 10 gotas del indicador ácido base Rojo de Metilo, tornando la solución un color amarillo, lo cual indicaba la presencia de un medio básico. Inmediatamente, luego de homogeneizar la solución, se adicionó poco a poco 25 mL 6 M de H₂SO₄ a la solución muestra, tras lo cual se produjo un precipitado insoluble color blanco (KAl(SO₄)₂) que por agitación viraba al rosa. Pudo apreciarse el desarrollo de temperatura y de aumento de la intensidad del color de la solución.

Se alcanzó la disolución total del precipitado por calentamiento en la plancha calefactora, obteniéndose una solución rosa y límpida. Tras enfriar, en un baño de hielo hasta los 6°C, se observó la formación de cristales (KAl(SO₄)₂·12H₂O).

Los cristales obtenidos se filtraron para ser separados de la solución. El filtrado se realizó dos veces sobre la misma solución y luego se procedió a medir con probeta el volumen de solución filtrado, para obtener la medida de volumen respectivo a las pérdidas por solubilidad. El volumen medido fue de 33,5 mL. El lavado de los cristales obtenidos se realizó con una mezcla de agua destilada fría y etanol.

Posteriormente se dejó evaporar el alcohol por unos minutos, se extrajo el papel de filtro y se llevó a un cristizador por espacio de unas semanas. Pasado este tiempo se procedió a pesar el producto obtenido. En la figura 2 se presentan fotografías de cada etapa.



Figura 2. Etapas del desarrollo experimental. En la parte superior se pueden observar el proceso de disolución del aluminio y en la inferior el filtrado de los cristales.

Luego de realizada la síntesis de alumbre, se dejó la solución filtrada junto con solución etanol-agua (2:1) durante una semana aproximadamente, y a

temperatura ambiente. Pasado este tiempo, se observó a simple vista la obtención de cristales de alumbre y con la ayuda de la lupa se visualizó la morfología y tamaños. Los cristales fueron transparentes e incoloros (Figura 3), y además presentaron forma octaédrica perteneciente al sistema cúbico.

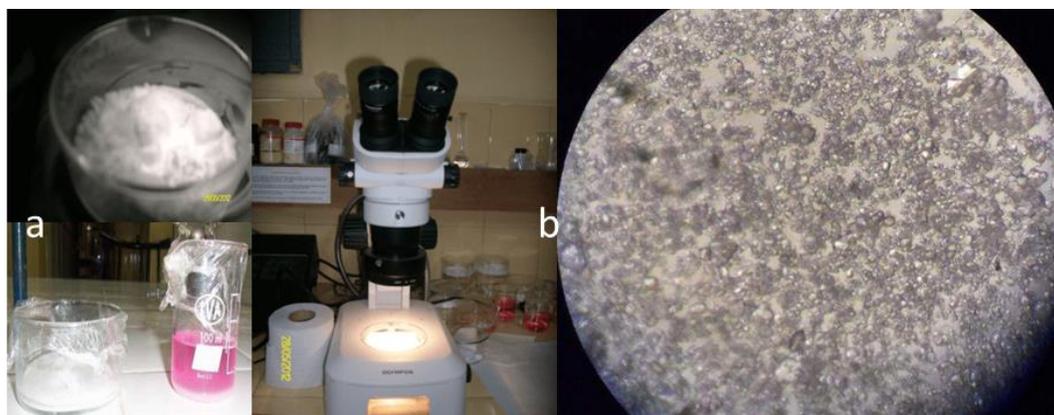


Figura 3. a) Fotografía de la etapa de secado y lavado de cristales. b) Producto obtenido observado bajo la lupa (X10).

En la figura 4, se muestra un esquema resumido de la síntesis del producto.

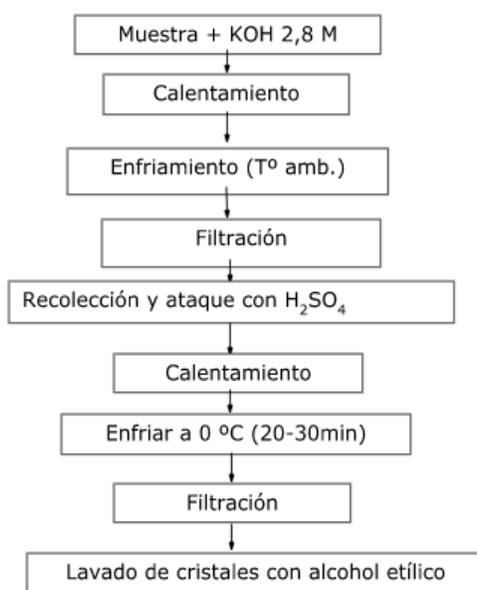


Figura 4. Esquema resumido de la síntesis del producto.

Caracterización del estado sólido

La caracterización del sólido sintetizado fue llevada a cabo mediante el aprendizaje, manejo y puesta en marcha de técnicas instrumentales en estado sólido, tales como difracción de rayos X de polvos (DRX), análisis térmico (TGA) y vibracional (FTIR). Además, mediante pesada directa, se calculó el rendimiento obteniéndose un valor del 83 % de cristales. Por DRX se constató la presencia de una única fase correspondiente al sistema cúbico, cuyo

diagrama de difracción experimental (Figura 3c) fue comparado con un patrón (Nyburg et al., 2000). La comparación entre ambos difractogramas evidenció la presencia de una única fase cristalina, indicando que la ruta sintética dio lugar a un producto de alta pureza.

Instrumental

La observación de los cristales se realizó mediante una lupa marca Olympus SZ51. Difracción de Rayos X de polvo (DRX): los difractogramas se registraron utilizando un difractómetro Rigaku ULTIMA IV. Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR): los espectros FTIR se registraron mediante un espectrofotómetro Nicolet Protégé 460 en el rango 4000-225 cm^{-1} . Análisis Térmico: el Análisis Termogravimétrico (TGA) se realizó en atmósfera de aire en el rango de 25-800 $^{\circ}\text{C}$. Dicho análisis se llevó a cabo en equipos Shimadzu, TGA-51.

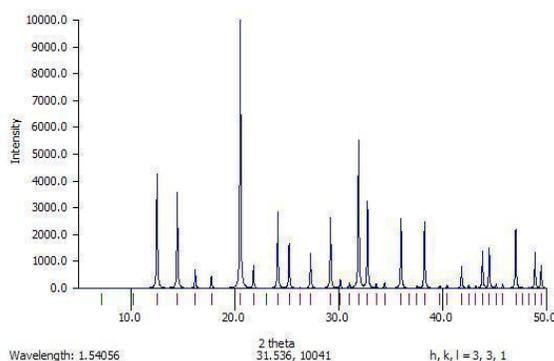


Figura 5. Patrón de DRX del patrón correspondiente a $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ (extraído de Nyburg et al., 2000) que los alumnos emplearon para realizar la comparación.

Además, mediante el análisis termogravimétrico, se corroboró la estequiometría del compuesto por la pérdida de 12 moléculas de agua a los 100 $^{\circ}\text{C}$, y un amplio rango de estabilidad térmica de hasta, aproximadamente, 700 $^{\circ}\text{C}$ (Figura 6). Mediante espectroscopia infrarroja se observaron las bandas características de H_2O y de los grupos SO_4^{2-} .

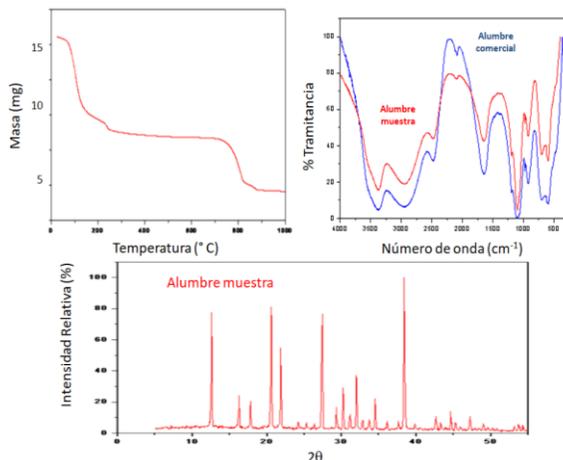


Figura 6. Arriba: Curva de TGA y espectro FTIR; Abajo: patrón de difracción del alumbre obtenido en esta experiencia de $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$.

Finalmente, se realizó un estudio comparativo del alumbre obtenido con las latas con alumbre comercial donde se evidenció una correlación entre ambas muestras (Figura 6). En las Tablas 2, 3 y 4, se resumen los valores experimentales de los modos vibracionales respecto de los valores teóricos que los estudiantes debieron investigar mediante una orientación bibliográfica (Nakamoto, 2009).

Tabla 2. Datos bibliográficos y prácticos de número de onda (ν) para ion SO_4^{2-} .

Ion SO_4^{2-}	ν_1	ν_2	ν_3	ν_4
Valores teóricos	983 cm^{-1}	450 cm^{-1}	1105 cm^{-1}	611 cm^{-1}
Valores experimentales	973,8 cm^{-1}	460 cm^{-1}	1130,1 cm^{-1}	611,33 cm^{-1}

Tabla 3. Datos bibliográficos y prácticos de número de onda (ν) para el grupo O-H.

H_2O (H-O)	$\nu_{\text{H}_2\text{O}}$	$\delta_{\text{H}_2\text{O}}$
Valor Teórico	3600-3100 cm^{-1}	1600-1670 cm^{-1}
Valor experimental	3373,79 cm^{-1}	1641,15 cm^{-1}

Tabla 4. Dato bibliográfico y teórico del número de onda (ν) para la unión Al-O.

Al-O	$\nu_{\text{Al-O}}$
Valor teórico	695-715 cm^{-1}
Valor experimental	698,12 cm^{-1}

Palabras de los estudiantes

A continuación, se presentan respuestas de los estudiantes a las distintas preguntas del cuestionario.

Pregunta 1: *Teniendo en cuenta la definición de conductas sustentables de Corral (2001) y las categorías que la conforman, ¿Cuáles de estas conductas sustentables considera que intervinieron en cada una de las distintas etapas de la propuesta (recolección de los elementos; síntesis-caracterización; discusión de los resultados; lectura de bibliografía recomendada y elaboración del informe)?*

Estudiante 1: *“Considero las conductas pro-ecológicas y el comportamiento frugal ya que son dos conductas que enfocan al cuidado del ambiente físico y natural, en relación con el rendimiento de reciclado del alumbre y ahorro de consumo de energía”.*

Estudiante 2: *“La conducta pro-ecológica. La recolección de los elementos (latas de aluminio): Con la recolección de las latas de aluminio, se promovió una conducta pro-ambiental, con el fin de reutilizar residuos sólidos, mientras que en la elaboración del informe se propició a una conducta pro-ecológica y pro-ambiental, porque mediante la lectura de la bibliografía se reforzó la conciencia de promover el cuidado del medio ambiente”.*

Estudiante 3: *“Las conductas sustentables que considero que se pusieron en juego en las distintas etapas del trabajo fueron: Recolección de los elementos:*

la conducta pro-ecológica y el comportamiento frugal. Ya que se busca la protección del medio natural al reciclar residuos de aluminio, también se trata de evitar el consumo de recursos para crear un comportamiento eficiente. Síntesis-caracterización, discusión de los resultados y elaboración del informe: conducta altruista, porque se desarrollan acciones, se comparten las experiencias, resultados y conclusiones, con las que un individuo busca aumentar los beneficios de otro sin ningún tipo de interés."

Pregunta 2: a. *¿Considera el concepto de sustentabilidad en sus prácticas profesionales como Analista Químico, más allá de que el mismo no se encuentra presente de manera explícita en su formación universitaria?*

b. *¿De qué manera incorpora el mismo?*

c. *¿En qué acciones concretas se revela dicho concepto?*

Estudiante 1: *"Sí, considero el término, no dicho como tal, pero sí fue aplicado en las sugerencias designadas por la materia de proceso analítico total para concluir en las investigaciones con resultados acordes al término: sustentabilidad."*

Estudiante 2: *"Si, actualmente me desempeño como docente y trato de fomentar en mis alumnos una conducta pro-ambiental y frugal, mediante la presentación de casos ejemplificadores de conductas en San Luis, además de ponerlas en práctica tales como la elaboración de ecoladrillos para la construcción de muebles escolares, la reutilización de neumáticos para la elaboración de bancos para los establecimientos educativos."*

Estudiante 3: *"Si, considero el concepto de sustentabilidad en mis prácticas profesionales de Analista Químico, la manera que incorporo es desarrollar siempre acciones que afecten de la menor manera posible el medio ambiente, por ejemplo y una de las más comunes es el uso racional del agua, manejo y separación de residuos, uso racional de energía o combustibles."*

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Con respecto al análisis de la bibliografía, en el momento uno, los estudiantes lograron identificar cada una de las conductas sustentables, pero expresaron no haber estudiado las mismas anteriormente en su formación universitaria. En el segundo momento del estudio cualitativo, se pudo observar que los sujetos encuestados detectaron la presencia de conductas, fundamentalmente pro-ecológicas y frugales. No se observa en las respuestas la identificación de conductas pro-sociales (equitativas y altruistas). Se puede pensar que la falta de conductas pro-sociales se vincule, por un lado, a la insuficiente formación en educación sustentable (Ley 27621, Educación Ambiental Integral) que contemple los aspectos sociales del ambiente. Por otro lado, si se hace un análisis crítico sobre el cuestionario construido, se podría pensar que los aspectos sociales de la conducta sustentable no fueron incluidos en los contenidos del nuevo trabajo práctico, por lo tanto, tampoco fueron encontrados en los resultados. Sin embargo, uno de los estudiantes, relacionó la etapa de socialización de los resultados (tercer momento) a una conducta

altruista, por lo que esto evidencia que los aspectos sociales atraviesan de modo implícito la mirada de la sustentabilidad en lo concreto del trabajo.

Fruto de la socialización, propiamente dicha, entre docentes y estudiantes (tercer momento) se reflexionó sobre la importancia que tiene la presencia de estas conductas sustentables dentro de sus prácticas, en las diferentes etapas de su formación.

CONCLUSIONES

El trabajo interdisciplinario, que se nutrió del aporte de las diferentes miradas desde las ciencias humanas y las ciencias naturales, optimizó el desarrollo de una propuesta didáctica -que responde a los objetivos generales de la presente investigación- contribuye a la formación integral, a la construcción de aprendizajes significativos y al reconocimiento de conductas sustentables de los estudiantes de la carrera de Analista Químico de esta universidad.

Esta actividad de laboratorio, tan común para los estudiantes de la carrera, encarada desde otra perspectiva, más comprometida con el ambiente y con ellos mismos, favoreció la reflexión en el aula sobre la importancia del reconocimiento de las conductas sustentables en su formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Profesora Esp. María Lidia Azar (Ex Directora Proyectos CNM- PIEQ- ALDEQ, UNSL-FQByF) y a la Lic. Mariana N. Vallejo Azar (Unidad de Estudios en Neurociencias y Sistemas complejos -CONICET-Hospital SAMIC El Cruce- UNAJ) por sus valiosos aportes y comentarios a la presente publicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abraham, J. M., Azar, M. L. y Segovia, R. F. (1997). Aplicación de un sistema que facilite el aprendizaje cooperativo de las ciencias -particularmente química- y la tecnología vinculadas al desarrollo y el medio ambiente. *Química y Vida Diaria*, 8, 146-149.

Anastas P. y Eghbali, N. (2010). Green Chemistry: Principles and Practice. *Chemical Society Reviews*, 39, 301-312.

Atkins, P. (2006). *Química Inorgánica*. (4º edición) Mc Graw Hill.

Azar, M. L., Abraham, J. M. y Mainero, N. (2012). Consideraciones sobre la necesidad de gestionar los conocimientos científicos y tecnológicos obtenidos en el nivel superior para aportar a un desarrollo sostenible, compatible e incluyente: contexto de los proyectos educativos integrales (PEI). En: G. Pinto Cañon y M. Martín Sánchez. *Enseñanza y divulgación de química y la física*, 435-438. Madrid: Garceta.

Benoit Ríos, G. C. (2020). La formulación de preguntas como estrategia didáctica para motivar la reflexión en el aula. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 11(2), 95-115. <https://doi.org/10.18861/cied.2020.11.2.2994>

- Corral Verdugo, V. (2001). *Comportamiento Proambiental. Una introducción al estudio de las conductas protectoras del ambiente*. (1º edición), España: Resma.
- Corral Verdugo, V. (2012). *Sustentabilidad y Psicología Positiva. Una visión optimista de las conductas proambientales y prosociales*. (1º edición), México: El Manual Moderno.
- Cotton, F. A. y Wilkinson, G. (2000). *Química Inorgánica Avanzada*. (1º edición), México: LIMUSA.
- Martino C. M., Verardo S. A. y Romanelli G. P (2014). Una propuesta de introducción de contenidos de química verde, en la currícula del nivel polimodal. *Educación en la Química*, 10(3).
- Naciones Unidas, (1987). Our Common Future. *Report of the World Commission on Environment and Development*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Nakamoto, K. (2009). *Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds*. (6º edición). Wiley.
- Nyburg, S. C., Steed, J. y Aleksovskaja, S. y Petrushevski, V. M. (2000). Structure of the alums. I. On the sulfate group disorder in the alpha-alums. *Acta Crystallographica B*, 56, 204-209. <https://doi.org/10.1107/S0108768199014846>
- Oskamp, S. (2000). A Sustainable Future for Humanity? *American Psychologist*, 55, 496-508. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.55.5.496>
- Presidencia de la Nación Argentina (2021). Ley 27621 para la implementación de la educación ambiental integral en la República Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27621-350594>
- Rodríguez, J. J. J. (2002). *La Ingeniería Ambiental: Entre el reto y la oportunidad*. (1º edición). Síntesis, Universidad Internacional de Andalucía.
- Sierra, A., Meléndez, L., Ramírez-Monroy, A. y Arroyo, M. (2014). La química verde y el desarrollo sustentable. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 5(9), 1-15. <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/1>
- Triana-Hernández, B. M. (2014). The Chemistry Discipline for Environmental Training of Agronomist. *Revista Cubana de Química*, 26(3), 259-275. <https://cubanaquimica.uo.edu.cu/index.php/cq/article/view/286>
- Van Lange, P. A. M. (2000). Beyond self-interest: A set of propositions relevant to interpersonal orientations. En: M. Hewstone y W. Stroebe (Eds.), *European Review of Social Psychology* (Vol. 11, pp. 297-330). Londres: Wiley.

Innovación para la enseñanza de la Química

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA INORGÁNICA EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO

Freddy E. Santana Giler¹, Yulixis Cano¹, Wilson Rengifo Mendoza², Stefanni Chinga López²

1-Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Ciencias Básicas. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

2-Universidad Técnica de Manabí. Egresados de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

E-mail: freddy.santana@utm.edu.ec

Recibido: 18/08/2023 Aceptado: 23/12/2023

Resumen. El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad diseñar una estrategia didáctica para el aprendizaje de la Química Inorgánica en estudiantes de primero de bachillerato de la Unidad Educativa "Carlos Antonio García Mora". Por lo cual, se utilizó la investigación de carácter mixta, observacional descriptiva y de campo con enfoque no experimental. Como instrumentos se aplicaron entrevistas y encuestas dirigidas a docentes y estudiantes, con la finalidad de conocer la realidad de cómo se están llevando los procesos de enseñanza y de aprendizaje en los estudiantes que reciben la asignatura de química. Se pudo evidenciar mediante los resultados que el desempeño del docente dentro del aula está limitado debido a que no cuenta con materiales digitales y lúdicos que le permitan interaccionar de mejor manera con los educandos. En definitiva, la aplicación de estrategias didácticas permitirá el trabajo de una manera activa propiciando una mejor interacción entre docentes y estudiantes.

Palabras clave. estrategia didáctica, aprendizaje, enseñanza, química.

Didactic Proposal for the Learning of Inorganic Chemistry in High School Students

Abstract. The purpose of this research work was to design a didactic strategy for the learning of Inorganic Chemistry in first year high school students of the "Carlos Antonio Garcia Mora" Educational Unit. Therefore, a mixed, descriptive observational and field research with a non-experimental approach was used. Interviews and surveys directed to teachers and students were applied as instruments, with the purpose of knowing the reality of how the teaching and learning processes are being carried out in the students who receive the subject of chemistry. The results showed that the teacher's performance in the classroom is limited due to the lack of digital and ludic materials that allow him to interact in a better way with the students. In short, the application of didactic strategies will allow working in an active way, promoting a better interaction between teachers and students.

Keywords. didactic strategy, learning, teaching, chemistry.

INTRODUCCIÓN

En los procesos de enseñanza y aprendizaje es importante destacar que el contexto educativo es diferente para cada comunidad escolar, por lo cual



resulta indispensable revisar la literatura de los diferentes contextos que permitan idealizar un conjunto de ideas concretas que orienten a las instituciones educativas a incorporar estrategias adecuadas para el desarrollo de las actividades educativas. Como lo expone Vialart Vidal (2020) los cambios de paradigmas representan una fuerte conversión en sus concepciones, diseños educativos, didáctica, práctica e incorporación a los ambientes virtuales que fomente la motivación por aprender.

La enseñanza de la Química se halla en crisis a nivel mundial y esto no parece asociado a la disponibilidad de recursos de infraestructura, económicos o tecnológicos para la enseñanza, ya que en "países ricos" no se logra despertar el interés de los alumnos. Efectivamente, en la última década se registra un continuo descenso en la matrícula de estudiantes en ciencias experimentales en el nivel de escolaridad secundaria, tanto en los países anglosajones como en Latinoamérica, acompañado de una muy preocupante disminución en el número de alumnos que continúan estudios universitarios de química (Galagovsky, 2005).

Ante esto autores como Ordaz González y Mostue Britt (2018) mencionan que en la enseñanza de la Química los estudiantes se enfrentan de manera constante a nuevos lenguajes y procedimientos matemáticos que les resultan confusos, requiriendo de gran esfuerzo cognitivo para su comprensión. Además, el uso de esquemas tradicionales, provocan aislamiento entre el docente y los estudiantes, provocando desinterés por la ciencia.

Por su parte Barraqué, Sampaolesi, Briand y Vetere (2021) ponen de manifiesto que las asignaturas comprendidas en el área de química resultan ser complicadas de aprobar para los estudiantes por el motivo que están relacionadas con conceptos abstractos, que resultan difíciles de comprender por los discentes, más aún si dichos contenidos se basan únicamente en dar cumplimiento al currículo planificado, sin tener en cuenta la contextualización de los conocimientos con el medio en el que se desenvuelven los educandos.

Anexo a ello se conocen que existen ciertos inconvenientes que afectan el aprendizaje de contenidos de la Química, entre los cuales se destacan: (1) Poca atención de los estudiantes en las clases, (2) Bajo interés en aprender la asignatura, (3) Bases antecesoras que impiden la construcción de un nuevo conocimiento y (4) Escasa aplicación de la didáctica (Quijano Cedeño y Navarrete Pita, 2021).

Los procesos de enseñanza y de aprendizaje de estas ciencias ha representado en México y el mundo un enorme desafío, particularmente lo que respecta a la ciencia química, toda vez que requiere que el profesorado guíe al estudiantado el viaje de lo abstracto a lo concreto y de lo concreto a lo abstracto, para poder construir aprendizaje significativo (González Sánchez y Martínez Torreblanca, 2018).

La Realidad Aumentada, en la enseñanza de la química, resulta ser una intervención innovadora en el campo de la tecnología educativa. Existen pocos reportes de este tipo de tecnología aplicado al campo disciplinario de la química en México; su uso en la enseñanza de la química ha sido diverso

en cuanto al diseño de la secuencia didáctica, su evaluación e incluso las herramientas empleadas para crear los ambientes virtuales (Ruiz Cerrillo, 2020).

El proceso de enseñanza relacionado con el aprendizaje agrupa los actos que realiza el profesor con la intención de plantear situaciones que proporcionen a los estudiantes las posibilidades de aprender, mientras que el proceso de aprendizaje es la conjugación de actividades realizadas por los alumnos con el objetivo de encontrar prominentes resultados o cambios de conducta intelectual, afectivo-volitiva y psicomotriz con determinados éxitos (Molina García y García Farfán, 2019).

Queda claro que, la enseñanza y el aprendizaje son factores interdependientes; por consiguiente, los elementos que les constituyen tienen una relación y un funcionamiento dinámico, los cuales se manifiestan dentro y fuera del aula de clases, facilitan la enseñanza del profesor y el aprendizaje de los estudiantes, garantizan la gestión de cualquier centro educativo y permiten supervisar la ejecución adecuada del quehacer pedagógico. El docente debe conocer y tener dominio de estos elementos que integran los procesos de enseñanza y de aprendizaje para que los pueda gestionar, en base al propósito que persigue y al paradigma pedagógico que le resulta más apropiado (Osorio Gómez, Vidanovic Geremich y Finol De Franco, 2022).

Cabe destacar que, el contexto y los fenómenos que en los procesos de enseñanza y de aprendizaje se presentan son de suma importancia para la enseñanza de las ciencias, debido a que estos convergen con los estudiantes diariamente; entonces se puede decir que, los asuntos de las ciencias (química) están presentes en todos los fenómenos de la naturaleza y en todas las actividades humanas (Angulo Angulo y Viveros Caicedo, 2021).

Las ciencias naturales se conciben como un sistema sociocultural complejo en permanente construcción de conocimientos y valores espirituales y materiales, en relación con la naturaleza. Su estudio en las instituciones escolares tiene una arraigada tradición global, como manifestación de la interacción ciencia-vida. El saber y saber hacer en el PEA de las referidas ciencias, constituyen esencias de la educación científica del ser humano (Yera Quintana, Pérez Hernández y Rodríguez García, 2020).

Las estrategias de enseñanza son procedimientos utilizados de manera intencionada y flexible por el docente para hacer posible el aprendizaje del estudiante. Incluyen operaciones físicas y mentales para facilitar la confrontación del sujeto que aprende con el objeto de conocimiento. Al emplearlas, los profesores buscan promover en los alumnos un aprendizaje significativo, dejando de lado la simple memorización y favoreciendo el análisis, la reflexión, la colaboración, así como una participación activa en el proceso (Docentes al día, 2021). Como se pudo analizar, la importancia de las estrategias de enseñanza en el proceso educativo es emplear nuevos métodos de aprendizajes significativos y que marque al estudiante con conocimientos a largo plazo eliminando así la memorización momentánea que es a corto plazo.

En la Unidad Educativa "Carlos Antonio García Mora" es muy notorio el déficit de aprendizaje en los estudiantes de primero de bachillerato ya que al momento de estudiar la asignatura de química se puede evidenciar la falta de interés y más aún en la cantidad de estudiantes que deben realizar el examen complementario para poder avanzar el nivel de estudio, es por eso que nos ha llamado la atención el estudiar las estrategias didácticas que se emplean para así analizar o modificar estas estrategias y generar un mejor resultado en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

De tal manera se plantea el problema científico que permitió fundamentar la investigación y tuvo como premisa principal el ¿Cómo mejorar en el aprendizaje de la tabla periódica en estudiantes de Primero de Bachillerato de la Unidad Educativa "Carlos Antonio García Mora"?

La problemática descrita tiene como objeto de investigación los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el bachillerato y a su vez se enmarca en el campo de acción del aprendizaje de ecuaciones químicas. Para lo cual se plantea como objetivo principal de la investigación el diseñar una estrategia didáctica basada en actividades didácticas para el aprendizaje de química inorgánica.

METODOLOGÍA

La investigación respondió a una metodología observacional descriptiva no experimental, de enfoque mixto que responde deductivamente a la problemática donde se desarrollaron registros cualitativos gracias a la encuesta dirigida al grupo de expertos conformados por los directivos de la institución y la directora del área de Ciencias Naturales, y cuantitativa producto del cuestionario realizado a docentes y estudiantes de primero de bachillerato en la jornada matutina de la Unidad Educativa "Carlos Antonio García Mora" en el cantón Junín de la provincia de Manabí.

Se emplearon como técnicas la entrevista y la encuesta que permitieron conocer cómo se venían llevando a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje de los contenidos de ecuaciones químicas. De manera continua los instrumentos presentados responden a la guía de entrevista con la cual se pudo conocer los criterios y perspectivas de directivos y autoridades de la Unidad Educativa sobre las actividades inmersas en la propuesta aplicada; a la par se empleó un cuestionario dirigido a docentes y estudiantes con el objeto de diagnosticar el conocimiento y uso de estrategias didácticas para el desarrollo de ecuaciones químicas y de esta manera poder evaluar el impacto generado por la propuesta aplicada.

En este marco Useche, Artigas, Queipo y Perozo (2019) indican que el proceso de medición de una variable requiere la utilización de técnicas tales como: la entrevista, observación, revisión documental, encuesta, sociometría y sesión en profundidad; así como de instrumentos como el cuestionario, test, prueba de conocimiento, guía de entrevista, guía de observación, test sociométrico, entre otros, que permitan al investigador acceder a los datos necesarios para la investigación.

La población para este estudio enmarca de forma global a los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa "Carlos Antonio García Mora" en

todas sus jornadas, sin embargo para considerar la muestra se dialogó con las autoridades del centro educativo y de manera consensuada se enfocó el estudio a los estudiantes de primero de bachillerato en la jornada matutina, considerándose una representación numérica de 100 estudiantes y 2 docentes encargados de la asignatura de Química, para las entrevistas se contó con la colaboración de las autoridades de turno de esta institución.

Robles Pastor (2019) afirma que es crucial que todo investigador conozca adecuadamente la población objeto de estudio, la delimite con precisión; así como, profundice en el conocimiento de las técnicas básicas de muestreo, para disminuir errores de cobertura o de estimación que causan desmedro en la calidad y validez interna de la investigación.

La propuesta consistió en la realización de un taller con un enfoque participativo mixto, dividido en dos sesiones presenciales y una sesión virtual asincrónica donde se implementó un escape room que integró las actividades didácticas desarrolladas en las sesiones presenciales, la implementación del taller atendió a tres fases iniciando con la planificación, desarrollo y evaluación del taller. Se contó con facilitadores expertos en las temáticas abordadas, y el taller fue dirigido a un total de 100 estudiantes de primero de bachillerato de ambas jornadas de la Unidad Educativa "Carlos Antonio García Mora" y la presencia de los docentes encargados de desarrollar los contenidos curriculares de química con la supervisión y vigilancia de los directivos de la institución.

Para las sesiones presenciales se usaron recursos multimedia acompañado con una metodología teórico-práctica, para lo cual se utilizaron técnicas como role-playing, feedback, simulaciones y una serie de ejercicios prácticos, que permitieron a los docentes promover habilidades en el desarrollo de ecuaciones químicas empleando estrategias didácticas. En la sesión virtual asincrónica se implementó un espacio virtual tipo MOOC donde se cargaron actividades, ejercicios y material de apoyo para fortalecer en los hogares el uso de las estrategias didácticas.

Además, en el laboratorio de ciencias naturales se efectuó la actividad del escape room, la cual consistió en el desarrollo de las siguientes actividades:

1. Conformación de equipos de 5 estudiantes para el desarrollo de los problemas planteados.
2. Se realizará una breve introducción sobre la ley de conservación de la masa. A partir de aquello se les brindará un sobre en el cual encontrarán tres ecuaciones de combustión, donde el equipo deberá identificar cuál de ellas cumple con la ley expuesta y a su vez deberán justificar la respuesta. Cumpliendo la actividad pasan al siguiente punto.
3. En una caja encontrarán una ecuación química la cual deberán de balancear e identificar el tipo de reacción que es. También deberán hacer la descripción de cada sustancia presente. Si cumplen con el reto, pasan a la siguiente actividad.
4. Tendrán que observar unas imágenes (metal oxidado, hornilla de cocina encendida, manzana en estado de putrefacción, tableta efervescente en

agua) donde tendrán que definir cuál de ellas corresponde a una reacción de combustión y a su vez deben escribir la ecuación balanceada.

5. Deberán calcular la cantidad de moles y moléculas que están presentes en 25 g de la sustancia que reacciona con el oxígeno en la reacción de combustión. Finalizada esta actividad obtendrán la llave que les permita salir de la habitación.

Para definir a los grupos ganadores se tomará en consideración el menor tiempo en que resuelvan las actividades para poder salir del laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez finalizada la aplicación de las actividades planificadas, tanto de manera presencial como virtual, para la comprobación de la eficacia de la estrategia didáctica propuesta, se aplicó un cuestionario a los estudiantes, que arrojaron los siguientes resultados:



Figura 1. Rango de calificaciones de los estudiantes

Según las calificaciones obtenidas a partir de la evaluación aplicada a los estudiantes se menciona que en su mayoría los estudiantes presentan calificaciones entre siete y diez, lo cual los clasifica en el rango de satisfactorio y muy satisfactorio, lo que representa que el 71% de la muestra, alcanzan un nivel de conocimiento aceptable sobre el tema de ecuaciones químicas, pero de igual manera se menciona que el 29% de los educandos alcanzan el nivel de poco satisfactorio e insatisfactorio. Bajo esta perspectiva se puede exponer que la aplicación de las actividades didácticas a través del aprendizaje basado en proyectos, el trabajo cooperativo y el uso de herramientas tecnológicas, permitió abordar los conocimientos de ecuaciones químicas de una manera más dinámica, atractiva y contextualizada, permitiendo motivar a los estudiantes en el aprendizaje de química.

Como lo exponen Parga Lozano y Piñeros Carranza (2018) la enseñanza contextualizada es una forma de relacionar el contenido que se enseña en los salones de clases con la cotidianidad de los estudiantes y los demás contextos; lo que facilita los procesos de enseñanza y aprendizaje mejorando el interés por aprender química. Al respecto, Abreu, Barrera, Breijo y Bonilla (2018) argumentan que, los procesos de enseñanza y aprendizaje deben ser comunicativos, porque el docente organiza, expresa, socializa y proporciona los contenidos científicos, históricos y sociales a los

educandos y estos, además de construir su propio aprendizaje, interactúan con el docente, entre sí, con sus familiares y con la comunidad que les rodea: aplicando, debatiendo, verificando o contrastando dichos contenidos.

Valoración de las actividades por parte de los estudiantes

En el mismo cuestionario aplicado a los estudiantes, se plantearon tres interrogantes relacionadas con el escape room, donde se mencionan los siguientes aspectos:

Al consultar si la aplicación de este tipo de actividades le ayuda a fortalecer el trabajo colaborativo entre sus compañeros, algunas de las respuestas obtenidas mencionan les gusta el trabajo realizado con sus compañeros, pues cada uno trataba de aportar en resolver los problemas que se les planteaba y así poder ganar el juego.

También acotaron que la actividad les permitió aprender temas de química de una manera más divertida y que les gustaría que se sigan empleando este tipo de juegos.

Otra de las preguntas propuestas está relacionada sobre la valoración de la experiencia realizada en la actividad, donde los estudiantes mencionan que les pareció muy buena la actividad y sobre todo divertida porque tenían que resolver problemas para poder avanzar en el juego y así poder escapar del salón.

Y, por último, se les preguntó si les gustaría que se continúen desarrollando más escape room para otros temas de química. A esta pregunta supieron responder que sí les gustaría seguir usando estos juegos porque les motiva a seguir aprendiendo química y también les gustaría que los usen en otras materias. En este sentido Tajuelo y Pinto Cañón (2021) enfatizan que la aplicación del escape room promueve espacios seguros para que los estudiantes puedan encaminarse a los diferentes estilos de resolución de problemas que forman parte de su proceso de aprendizaje. Además, es un método que se puede adaptar a distintos escenarios educativos e incorporarlos a los contenidos de asignaturas, favoreciendo el trabajo en equipo.

Como parte de la investigación se planteó el proceso de valoración de la propuesta, contando con el apoyo de dos expertos en el campo de la educación y en posiciones de liderazgo en dos diferentes unidades educativas, valoraron positivamente la propuesta de realizar un Taller inductivo sobre estrategias didácticas aplicadas al desarrollo de ecuaciones químicas dirigido a docentes y estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado en la Unidad Educativa "Carlos Antonio García Mora". La importancia que atribuyen a esta propuesta se refleja en sus respuestas a las preguntas formuladas en el instrumento de valoración para esta propuesta que sostuvo como indicadores la relevancia, coherencia, utilidad, alcance, aplicabilidad y su validez.

De forma unánime la propuesta demuestra un alto grado de relevancia y adecuación del contenido del taller para los objetivos de enseñanza de ecuaciones químicas. Además, consideran que el uso de estrategias didácticas será muy útil para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes y

que los docentes estén capacitados para implementarlas en sus clases después del taller. En este sentido Orellana (2016) hace referencia que la finalidad de la aplicación de estrategias didácticas es fomentar una enseñanza participativa, donde los estudiantes se sientan incluidos en los procesos de aprendizaje, generando en ellos un mayor interés.

Estos factores indican que los expertos consultados ven la propuesta como una oportunidad para mejorar la calidad de la enseñanza de ecuaciones químicas en la Unidad Educativa "Carlos Antonio García Mora" y así brindar una formación pedagógica a los docentes que no cumplan con el perfil de pedagogos.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En el Ecuador se presenta el currículo para los niveles educativos, en el cual se manifiesta que el aprendizaje debe obedecer a una serie de procesos cognitivos, donde la Química contribuye a la autovaloración y el docente debe ayudar con las herramientas para inducir y conducir esos procesos.

En la educación a nivel del primero de bachillerato de la unidad educativa tiene varios inconvenientes, que van desde los cambios de docentes constantes hasta el poco interés en la materia por los estudiantes. Los procesos de enseñanza y aprendizaje se dan como usualmente suele darse en la educación donde el docente emplea recursos, actividades y estrategias como exposiciones, trabajos grupales e individuales y lectura, pero nada más allá de eso.

Las estrategias didácticas tienen influencia positiva en los estudiantes y los motiva a participar en las actividades lo que lleva a comprender mejor ciertos temas, en ese sentido se escogieron algunas actividades que pueden ser conocidas, se creó una guía donde se visualizan los nombres, instrucciones y forma de aplicación.

La aplicación de estrategias didácticas en materia de gamificación, aprendizaje colaborativo y aprendizaje basado en problemas fortalece los procesos de enseñanza y aprendizaje, especialmente en asignaturas como Química, en donde se manejan contenidos que resultan ser abstractos y complejos para los estudiantes, fomentando la contextualización, trabajo en equipo y la motivación por el aprendizaje de las ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, Y., Barrera, A., Breijo, T. y Bonilla, I. (2018). El proceso de enseñanza-aprendizaje de los Estudios Lingüísticos: su impacto en la motivación hacia el estudio de la lengua. *Revista Mendive*, 16(4), 610-623.

<http://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1462>

Angulo Angulo, B. y Viveros Caicedo, E. N. (2021). *Secuencia didáctica para la enseñanza-aprendizaje contextualizado de la nomenclatura inorgánica (Óxidos y Sales)*. [Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental]. Universidad del Valle.

- Barraqué, F., Sampaolesi, S., Briand, L. E. y Vetere, V. (2021). La enseñanza de la química durante el primer año de la universidad: el estudiante como protagonista de un aprendizaje significativo. *Educación química*, 32(1), 58-73. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2021000100058
- Docentes al día. (10 de enero de 2021). *¿Qué son las estrategias de enseñanza? Definición, tipos y ejemplos.* <https://docentesaldia.com/2021/01/10/que-son-las-estrategias-de-ensenanza-definicion-tipos-y-ejemplos/>
- Galagovsky, L. R. (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿Qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? *Química viva*, 4(1), 8-22. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86340102>
- Molina García, P. y García Farfán, I. (2019). El proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Dominio de las Ciencias*, 5(1), 394-413. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1051>
- González Sánchez, S. A. y Martínez Torreblanca, P. (2018). *El desafío de la enseñanza química, desde un contexto intercultural.* En VI Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales (Ecuador, 7 al 9 de noviembre de 2018). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/109219>
- Ordaz González J. y Mostue Britt, M. (2018). Los caminos hacia una enseñanza no tradicional de la química. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 18(2), 1-20. <https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33164>
- Orellana Guevara, C. (2016). La estrategia didáctica y su uso dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje en el contexto de las bibliotecas escolares. *E-Ciencias de la Información*, 7(1), 1-23. <http://dx.doi.org/10.15517/eci.v7i1.27241>
- Osorio Gómez, L. A., Vidanovic Geremich, M. y Finol De Franco, P. M. (2022). Elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje y su interacción en el ámbito educativo. *Revista Qualitas*, 23(23), 1-11. <https://doi.org/10.55867/qual23.01>
- Parga Lozano, D. y Piñeros Carranza, G. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Educación química*, 29(1), 55-64. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63683>
- Quijano Cedeño, A. A. y Navarrete Pita, Y. (2021). La enseñanza de la química: Necesidad de un fortalecimiento y comprensión en estudiantes de bachillerato. *Revista Oratores*, 1(15), 13-23. <https://doi.org/10.37594/oratores.n15.603>
- Robles Pastor, B. F. (2019). Población y muestra. *Pueblo Continente*, 30(1), 245-246. <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/issue/view/79/showToc>

- Ruiz Cerrillo, S. (2020). Realidad aumentada y aprendizaje en la química orgánica. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 12(1), 106-117. <https://doi.org/10.32870/ap.v12n1.1853>
- Tajuelo, L. y Pinto Cañón, G. (2021). Un ejemplo de actividad de escape room sobre física y química en educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2205
- Useche, M. C., Artigas, W., Queipo, B. y Perozo, E. (2019). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos*. (1ª ed.) Universidad de la Guajira. <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/handle/uniguajira/467>
- Vialart Vidal, M. N. (2020). Estrategias didácticas para la virtualización del proceso enseñanza aprendizaje en tiempos de COVID-19. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 34(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412020000300015
- Yera Quintana, A. I. Pérez Hernández, I. y Rodríguez García, L. (2020). Proceso de enseñanza aprendizaje de la Química en vínculo con la localidad. Sustentos de partida. *Educación y sociedad*, 18(3), 1-15. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8087894>

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

UNA MIRADA CON PERSPECTIVA DE GÉNERO SOBRE DOMINGA C. LANZA, PRIMERA DOCTORA EN QUÍMICA DE LA UNLP

Paula Bergero

Universidad Nacional de La Plata – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas (INIFTA).

E-mail: paula_b@inifta.unlp.edu.ar

Recibido: 28/07/2023. Aceptado: 13/12/2023.

Resumen. Dominga C. Lanza fue una pionera en Química, de la Universidad Nacional de La Plata. Se graduó en 1909 como Profesora de Enseñanza Secundaria y Superior en Química y obtuvo su doctorado en 1912, convirtiéndose en una de las primeras personas –y primera mujer- en alcanzar el grado máximo en la disciplina en La Plata. Su tesis doctoral, titulada "Contribución al estudio de la Volumetría Físico-Química", se centró en un método propuesto en Francia poco antes, que prometía cambiar los procedimientos volumétricos establecidos en ese momento. Aunque es poca la información que ha perdurado sobre la Dra. Dominga Lanza, refleja una época en la que las mujeres enfrentaban desafíos para acceder a la educación superior y la investigación científica. Reconocer y difundir la historia de científicas argentinas como Dominga Lanza puede ser un recurso para reflexionar sobre la evolución de la situación de las mujeres desde su incorporación a la academia y promover una perspectiva de género en el campo de las ciencias exactas.

Palabras clave. pioneras, carrera académica, visibilidad.

An Insightful Examination with a Gender Perspective on Dominga C. Lanza, the First Female Doctor in Chemistry at UNLP

Abstract. Dominga C. Lanza was a pioneer in Chemistry at the National University of La Plata. She graduated in 1909 as a Professor of Secondary and Higher Education in Chemistry and obtained her doctorate in 1912, becoming one of the first persons, and the first woman, to achieve the highest degree in the discipline in La Plata. Her doctoral thesis, titled "Contribution to the Study of Physico-Chemical Volumetry," focused on a method proposed in France that promised to change the established volumetric procedures at that time. Although little has survived about Dr. Dominga Lanza, her story reflects an era when women faced challenges in accessing higher education and scientific research. Recognizing and disseminating the history of women like Dominga Lanza can be a resource for reflecting on the evolution of the situation of women since their incorporation into academia and promoting a gender perspective in the field of exact sciences.

Keywords. pioneering, academic career, visibility.



INTRODUCCIÓN

Dominga C. Lanza (¿Constanza?¿Cora?) se graduó en 1909 como Profesora de Enseñanza Secundaria y Superior en Química en la Universidad Nacional de La Plata (UNLP, 1909b). Formó parte de la primera cohorte de graduados de la flamante Universidad de La Plata, que había comenzado a funcionar en 1906. Se doctoró en 1912, estando entre las primeras personas en alcanzar el título. Pero, mientras que hay abundante información sobre Delfina Molina y Vedia, la primera Doctora en Química de la Universidad de Buenos Aires graduada en 1906 (Barberis, 2009), muy poco ha quedado de esta pionera de las ciencias exactas en La Plata.

La escasa información disponible y la nula trayectoria de Lanza dificultan que pueda recuperarse como una figura referente para las jóvenes. Sin embargo, los estudios de los últimos años sobre el rol de las mujeres en procesos históricos proponen reconstruir su participación, no ya como personas excepcionales por sus aportes o circunstancias, sino como individualidades puestas en perspectiva en relación a las estructuras sociales y los procesos en que estuvieron inmersas (Arias, 2016). En el caso particular de la ciencia, los análisis comenzaron incluir las circunstancias personales y externas que influyeron las carreras científicas de las mujeres y los factores que invisibilizaron u obstaculizaron sus logros, o el reconocimiento de sus aportes. Este abordaje se encuentra en línea con uno de los propósitos centrales de la Educación Sexual Integral (cuya ley fue sancionada en Argentina en 2006): incorporar la perspectiva de género de modo transversal sobre todas las disciplinas. Para que resulte posible, “es necesario reflexionar acerca del lugar relegado que se le asignó a las mujeres en la sociedad, los sesgos de género, los estereotipos y los roles esperados” (Edelsztein, Guastavino y Mileo, 2020).

Es en este marco que la escasa historia de Dominga Lanza puede aún ser el hilo conductor para visitar las particularidades de la integración de las mujeres en las instituciones de ciencias platenses a principios del siglo pasado y recrear el ambiente en que surgieron las primeras doctoras en química de la UNLP, con objeto de desandar las sutiles –y no tanto-prácticas discriminatorias que –a pesar de algunas condiciones institucionales favorables- operaron condicionando las carreras de estas mujeres.

METODOLOGÍA

Se consultaron fuentes documentales de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) a través del Repositorio Institucional de la Universidad (SEDICI) y otras páginas web institucionales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo siguiente, recorreremos los registros conservados del pasaje de Dominga Lanza por la UNLP, proponiendo una conexión de los hitos con el contexto institucional y social.

Según registros de la UNLP, el 19 de abril de 1909 "se realizó en la sala magna de la Facultad de Agronomía y Veterinaria el acto de graduar y entregar los diplomas a los primeros egresados de la Universidad, al que asistían las altas autoridades de la Provincia y lo que tiene de representativo socialmente La Plata". Ese primer acto de Colación de Egresados representaba para la UNLP, según el discurso que pronunció Joaquín V. González, "el primer día de cosecha de su labor silenciosa y paciente" (UNLP, 1909b). Dominga Lanza recibió entonces su título de Profesora de Enseñanza Secundaria y Superior, junto a 9 estudiantes entre las que estaban otras pioneras de la ciencia platense como Carolina Spegazzini y Juana Cortelezzi. Había aprobado la Sección Pedagógica del Doctorado en Química, que incluía las materias Metodología general, Metodología especial, Práctica pedagógica, Legislación escolar e Historia de la Educación.

Para la aprobación de esta última materia, Dominga Lanza había presentado en 1908 una monografía titulada "Análisis de 'La Nueva Educación' por Demolins", mientras que para Legislación escolar su trabajo llevó el título "Educación e instrucción" (UNLP, 1909a).

Es interesante notar que el ingreso de las mujeres a la educación universitaria se dio en Argentina en un contexto de coeducación, en el que las primeras estudiantes eligieron las carreras consideradas "más femeninas" como las vinculadas a la enseñanza y a las ciencias de la salud (Arias, 2016).

¿Querría Dominga Lanza ser profesora de ciencias naturales en escuelas secundarias? No podemos saberlo, sin embargo la mayoría de las estudiantes de la época cursaban la Sección Pedagógica con el objeto de que el título habilitante para enseñar ampliase sus oportunidades laborales por fuera de la academia (Arias, 2017).

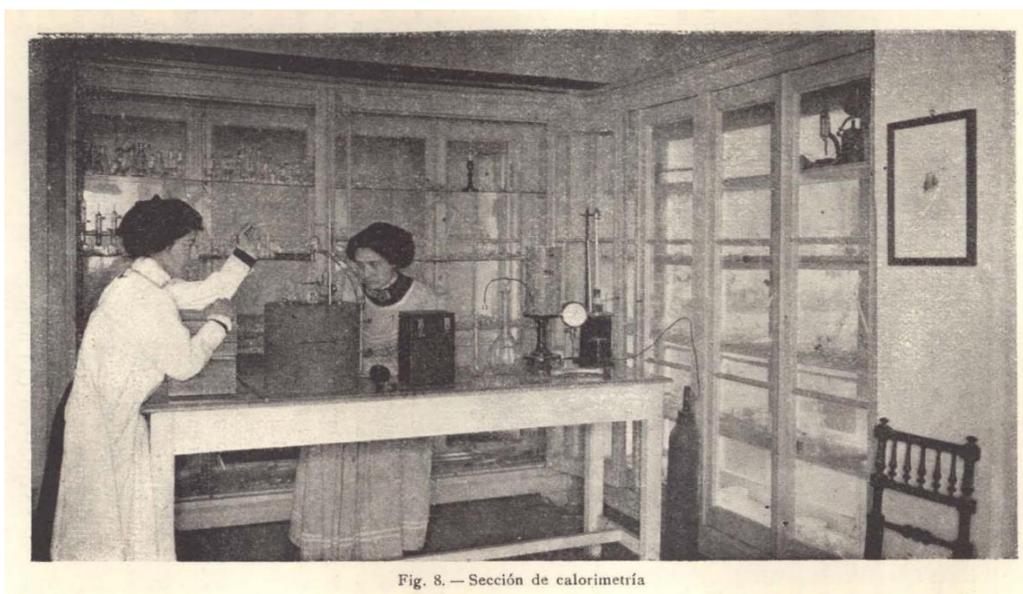


Figura 1. Alumnas en la Sección de calorimetría de la escuela de Química y Farmacia (Ducloux, 1909).

Dominga Lanza se doctoró en 1912. En La Plata, los doctorados en las disciplinas Química y Farmacia, se crearon formalmente a principios de 1908 (UNLP, 2019), estando a cargo del primer doctor en Química en el país, Enrique Herrero Ducloux (UNLP, 1909b). En el plan de Ducloux, ambas disciplinas debían desarrollarse en paralelo en la UNLP debido a su proximidad cognitiva. La organización institucional era algo más compleja que la actual: las carreras dependían de la Escuela de Química y Farmacia, que dependía a su vez del Instituto del Museo de la Facultad de Ciencias Naturales.

El doctorado en Química consistía en una carrera de 5 años, donde además de contenidos de la disciplina incluía zoología, botánica, y varios cursos de física (Sagastume, 1944). Según el reglamento, las pruebas finales para alcanzar el título consistían en un examen general y un trabajo de tesis.

No sabemos en qué escuela cursó Lanza sus estudios secundarios. Sin embargo, pudo haber sido beneficiada por una particularidad de la Facultad de Química y Farmacia de la UNLP que favoreció el ingreso de mujeres a las carreras de ciencia: los egresados de escuelas normales con calificación sobresaliente en el último año fueron aceptados como alumnos universitarios, quienes se distinguieron por su buen desempeño académico (García, 2006).

Curiosamente, la química, que era percibida como una opción interesante para realizar estudios universitarios por las jóvenes platenses de principios de siglo XX, ranqueó entre las disciplinas menos escogidas por las jóvenes argentinas en el siglo XXI, según la Tercer Encuesta de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (MinCyT, 2012).

Dominga Lanza estuvo entre las primeras personas en alcanzar el grado máximo en Química o Farmacia. Su tesis fue presentada en la Facultad de Ciencias Naturales y su director, en ese entonces llamado padrino de tesis, fue el doctor Pedro T. Vignau. El trabajo llevó por título "Contribución al estudio de la Volumetría Físico-Química". Una copia del mismo se encuentra en la Biblioteca Central de la Facultad de Ciencias Exactas, y ha sido digitalizado además por la Universidad (Lanza, 1912).

El proceso final del doctorado implicó varios pasos, según se documenta en la versión impresa de la tesis. El 12 de Octubre de 1912 se presentó la tesis, la cual fue girada a la Comisión Examinadora para que fijase a la candidata las tres Propositiones accesorias sobre las que debería exponer 15 días después. En el caso de Dominga, los temas expuestos fueron:

- I. Valor de los métodos volumétricos físico-químicos para soluciones complejas.
- II. Concepto moderno de afinidad.
- III. Influencia de las radiaciones caloríficas y luminosas en la conductibilidad eléctrica de los cuerpos fosforescentes.

El 9 de Noviembre de 1912 la tesis fue aprobada por el tribunal.

El acto de colación fue esta vez en los salones del Colegio Nacional de la UNLP y ocurrió el día 8 de agosto de 1913. En esa oportunidad Vicente

Isnardi, Dominga Lanza y Nazario Álvarez fueron los únicos en recibir el título de doctores en química (UNLP, 1913b). Antes de ellos sólo 2 personas habían alcanzado ese título: Segundo J. Tieghi y Alejandro Cogliati, en 1911.

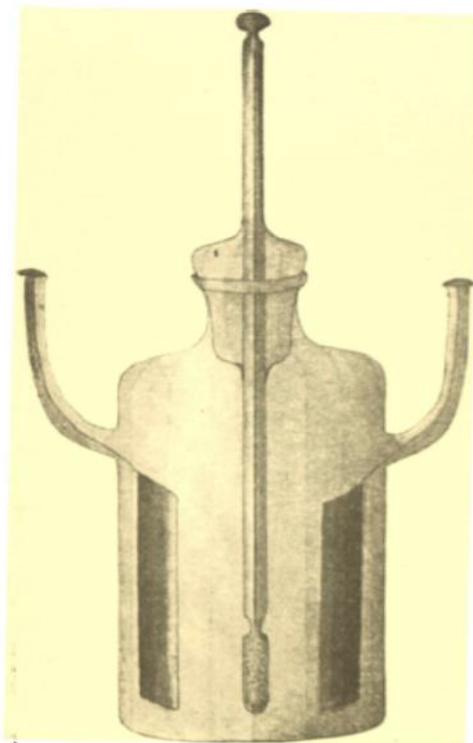


Fig. II.

Figura 2. A la izquierda: Portada de la tesis de Dominga C. Lanza. A la derecha: Recipiente para colocar los electrolitos para medir las resistencias: "Consta de un vaso de vidrio de forma cilíndrica, de una capacidad de casi treinta centímetros cúbicos. En la parte superior y central tiene una boca esmerilada que se tapa perfectamente por medio de un termómetro sensible dividido en décimos de grado centígrado." (Lanza, 1912).

Resulta interesante que mientras que en 1913 se doctoraba María Luisa Cobanera, la segunda mujer en completar el posgrado en el área química de la UNLP, las primeras doctoradas en física de esa universidad, Magdalena Tornero de Boero y Mercedes Corvalán, lo hicieron recién en 1951.

Según los usos de la época, luego de la portada de la tesis figuran las autoridades y docentes de la casa de estudios: 5 páginas llenas de nombres y títulos de autoridades y docentes, donde todos ellos son hombres. Es interesante notar que esta situación, no sorprendente en un contexto en que las mujeres estaban en proceso de incorporarse a los estudios superiores, no se ha resuelto aún en la actualidad. Según el Diagnóstico sobre la situación de las mujeres en ciencia y tecnología 2023 elaborado por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, aunque actualmente en Argentina son mayoría las mujeres que trabajan en ciencia y tecnología aún existen brechas de género que se perciben en el acceso minoritario de las investigadoras a las categorías más altas de la carrera, en lo que se conoce como "efecto tijera" (MinCyT, 2023).

MUSEO Y FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

CONSEJO ACADÉMICO

Presidente: doctor Samuel A. Lafone Quevedo, M. A. (Cantab.).

Consejero titular: ingeniero Nicolás Besio Moreno.

— doctor Pedro T. Vignau.

— doctor Enrique Herrero Ducloux.

-- doctor Roberto Lehmann-Nitsche.

— doctor Santiago Roth.

— doctor Guillermo F. Schaefer.

Consejero suplente señor Carlos Bruch.

— doctor Enrique J. Poussart.

Secretario: doctor Salvador Debenedetti.

ACADÉMICOS HONORARIOS Y CORRESPONDIENTES NACIONALES

ESCUELAS DE CIENCIAS NATURALES

ACADÉMICOS HONORARIOS

Doctor Angel Gallardo (Buenos Aires), 1907.

Doctor Carlos Spegazzini (La Plata), 1912.

ACADÉMICOS CORRESPONDIENTES

Doctor Juan B. Ambrosetti (Buenos Aires), 1907.

Doctor Francisco Latzina (Buenos Aires), 1907.

Señor Miguel Lillo (Tucumán), 1907.

Ingeniero Francisco Seguí (Buenos Aires), 1907.

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

ACADÉMICO HONORARIO

Doctor Juan J. J. Kyle (Buenos Aires), 1907.

Figura 3. Hoja de la tesis de Dominga Lanza.

Curiosamente, aunque los dictámenes de aprobación de ambas tesis tienen como fecha el 9 de Noviembre de 1912, en la de Nazario Álvarez puede leerse una *dedicatoria* "a la Doctora Dominga C. Lanza" (Álvarez, 1912).

Á MI COMPAÑERA DE ESTUDIOS

DOCTORA DOMINGA C. LANZA

Figura 4. Dedicatoria de Nazario Álvarez (Álvarez, 1912).

En la tesis de Dominga Lanza, además de las menciones a padres y hermanos, hay una *dedicatoria* para Álvarez, quien sería unos años después

su esposo. Este emparejamiento selectivo (*assortative mating* en inglés) no fue una singularidad: la formación de parejas de niveles educativos similares es habitual. Sin embargo, mientras que tener un grado académico nunca restaba valor a un candidato, tener una esposa con un nivel educativo muy superior no armonizaba con el ideal de los hombres de la época. Podemos imaginar cómo esta asimetría reducía las posibilidades de las mujeres académicas de formar pareja fuera de su ámbito laboral.

El pensamiento de la época queda bien ilustrado en las palabras del Dr. Carlos Sagastume respecto de la anexión al Museo de La Plata de la Facultad de Química y Farmacia:

"Como en aquellos matrimonios bien equilibrados, de un hombre maduro y pudiente con una niña plena de belleza y donosura, el Museo ponía en el consorcio la solemnidad de sus riquezas científicas y la Escuela de Química, el dinamismo, la inquietud espiritual de un organismo joven." (Sagastume, 1944).

A MI COMPAÑERO DE ESTUDIOS

DOCTOR NAZARIO ALVAREZ

Figura 5. Dedicatoria de Dominga C. Lanza.

La tesis inicia con la fórmula, también presente en otras de la época, de pedido anticipado de disculpas al tribunal por la calidad del trabajo presentado:

"la falta de experiencia de todo aquel que al abandonar las aulas universitarias entra por primera vez de lleno á actuar en los admirables dominios de la ciencia, me ha convencido de la modestia de mi posición ante la magnitud de la tarea que me he impuesto por lo que sólo espero que seréis indulgentes, disculpando las deficiencias que en este estudio hayáis podido encontrar."

Luego del agradecimiento a los docentes, el índice presentaba el contenido del trabajo.

Para su tesis, Dominga Lanza tomó como tema de investigación un método reciente, propuesto en 1910 en Francia por el químico Paul Dutoit (apenas 2 años antes de la defensa). En palabras de la autora, se trataba de

"un método de análisis químico que cambiaba fundamentalmente los procedimientos volumétricos universalmente consagrados por largos años de investigación."

El trabajo de Dutoit era a su vez una aplicación de un método descrito por Berthelot a una solución particular: el vino (Dutoit, 1910). En este método:

"El final de la reacción no era dado por un viraje coloreado ó por el cambio de aspecto de la solución sinó por la determinación de una constante física: la conductibilidad eléctrica" (Lanza, 1912).

El trabajo de tesis de Lanza, presentado en un volumen de 150 páginas ilustrado por la autora, fue una generalización teórico-experimental de este método. Su motivación para realizar un estudio metódico sobre el nuevo procedimiento se basa en *"la importancia que la Volumetría físico-química está destinada á tener en un porvenir no muy lejano, por su aplicación a las investigaciones científicas y a los trabajos industriales que previamente requieren rápidos y exactos."*

Respecto a la contribución disciplinar de la tesis, una serie de ensayos permite a la autora concluir que la volumetría físico-química es un método general aplicable en análisis volumétricos por saturación y por precipitación. En la práctica, se obtienen mejores resultados por la aplicación de reactivos concentrados en soluciones diluidas. En acidimetría y alcalimetría, los resultados son satisfactorios, independientemente del estado de disociación de los ácidos o álcalis. Además, el método permite dosar con precisión la acidez total y las acideces parciales de ácidos con distintas disociaciones. En el análisis por precipitación en sales de calcio, estroncio, bario hierro y zinc, la exactitud de los resultados mejora con la menor solubilidad y poder absorbente de los precipitados formados. El método también se destaca en el dosaje de alcaloides como clorhidrato de morfina y cocaína, presentándose como una alternativa ventajosa a los métodos volumétricos convencionales.

Se trató de una investigación "de punta". El método despertaba grandes expectativas en la comunidad científica local. Según una publicación de los Anales de la Sociedad Científica Argentina de 1913, un año después del doctorado de Lanza, era

"un novísimo método, rápido, preciso y de aplicación inmediata, que viene á reemplazar los engorrosos é imprecisos métodos actuales." (Álvarez, 1913).

Actualmente los dictámenes de aprobación de una tesis doctoral incluyen una valoración sobre los aportes científicos, que en aquella época no se acostumbraban. Pero afortunadamente fue publicada una reseña sobre la tesis presentada por la Dra. Lanza. En ella, se refiere a la flamante doctora como "señorita Dominga Lanza". La omisión del título no fue, sin embargo, un error. Aunque al mencionar a los varones se usaba estrictamente su grado académico, no ocurría lo mismo con las jóvenes graduadas. El tratamiento de señorita le fue dado también a María Luisa Cobanera, quien se doctorara en Farmacia un año después, en una referencia escrita a su trabajo de tesis (Arreguine, 1918).

Vº. Bº.

La Plata, Noviembre 9 de 1912.

La Comisión Examinadora que firma la presente acta opina que la tesis de la ex-alumna Dominga C. Lanza puede aceptarse.

E. HERRERO DUCLOUX, G. F. SCHAEFER, ATILIO A. BADO, P. T. VIGNAU, E. J. POUSSART.

Figura 6. Aceptación de la tesis (Lanza, 1912).

Muy elogiosa resulta la reseña de la tesis de Lanza, publicada en los Archivos de Pedagogía y Ciencias Afines de la UNLP en 1913:

"Si hay una Facultad donde las tesis no responden á un formulismo, es precisamente en la de Ciencias Naturales de la Universidad de La Plata. Esa como otras, son estudios científicos á base de largas y pacientes investigaciones con el propósito de contribuir al progreso de la ciencia; los problemas son nuevos y los datos, de la experiencia del alumno realizada en laboratorios bien montados. Esta tesis prestigia á la A." (autora) y á los métodos de la Facultad." (UNLP, 1913a).

A partir de registros de la época puede notarse que Dominga Lanza no fue la única mujer con ese apellido en formar parte del selecto grupo de mujeres que estudiaban en la Universidad. La señorita Ada A. Lanza se recibió en 1911 de la Escuela de Dibujo (UNLP, 1911). Como ocurría con las Cortelezzi o las Gibert Bergez, posiblemente fuesen hermanas (¿o tal vez primas?). Las pioneras solían ser hijas, hermanas o familiares de profesores e investigadores, como es el caso de la familia Spegazzini.

Dominga Lanza contrajo matrimonio en 1915. Gracias a una publicación en la sección de sociales del diario platense "El día" del 23 de marzo de ese año sabemos que

"En el domicilio de la novia y en la mayor intimidad fue consagrado ayer el enlace de la señorita Dominga C. Lanza y el doctor Nazario Álvarez." ("Hace años," 2015).

Gracias a la misma fuente, sabemos también que el 19 de febrero de 1917 se encontraban de visita, desde la Capital, "el doctor Nazario Alvarez y su esposa Doña Dominga Lanza." ("Hace años," 2017). Con la mención a su visita a La Plata se pierde el rastro de la Dra. Dominga C. (¿Celia? ¿Clara?) Lanza, una pionera de la química en La Plata. ¿Fue su abandono de la carrera una singularidad? Muy por el contrario, dejar los estudios al casarse era algo frecuente entre las egresadas en Química. La Dra. María Luisa Cobanera fue otro ejemplo: también dirigida por Herrero Ducloux, abandonó su promisorio carrera al casarse y mudarse a Córdoba (García, 2011).

El propio Ducloux declara, en una entrevista realizada en la revista Caras y Caretas en 1925 que las aptitudes de las mujeres para la química son inmejorables

"Pero tiene un inconveniente... ¡el matrimonio! Todas mis discípulas se han casado y, al otro día, han dejado por completo los estudios, los experimentos... ¡Hubo una época en que me resultaba a tres matrimonios por año!" (Baña, 2022).

El abandono de carreras que se mostraban fructíferas no se debió en la UNLP a la falta de oportunidades para la incorporación de las graduadas al plantel docente o técnico. Según reseña García (2006), 17 alumnas de las distintas carreras del Museo de La Plata accedieron entre 1907 y 1919 a posiciones, de ayudantes estudiantes. Las buenas calificaciones de las estudiantes les permitieron acceder también a las becas que se otorgaron entre 1910 y 1914 para incentivar los estudios en ciencias naturales. Por supuesto, los incentivos no rompían el "techo de cristal". En los tiempos de

Dominga Lanza, las oportunidades llegaban hasta los cargos de menor jerarquía, pues aunque en algunos casos fueron ascendidas a jefas de trabajos prácticos o de laboratorio, fue recién en 1938 cuando la Universidad de La Plata tuvo su primera profesora titular (García, 2011).

Posiblemente en la UNLP fuese otro el factor decisivo para el abandono. Para continuar en la academia las jóvenes científicas debían ir en contra del rol reservado para las mujeres en el ideal hegemónico de la sociedad de la época. Debían quitar horas al hogar y la vida doméstica para dedicarlo a la ciencia, una actividad considerada típicamente masculina, y posiblemente fuesen duramente juzgadas por ello. El trabajo femenino no gozaba de legitimidad, excepto en caso de extrema necesidad. Una pista de los juicios a los que eran sometidas las mujeres que pretendían hacer ciencia puede encontrarse también en palabras de Ducloux:

"Nuestras mujeres reclaman con justo título derechos y atribuciones que les hemos negado durante siglos y que consideramos como propiedad exclusiva por el argumento brutal del Quia nominor leo [porque me llamo león] hoy insostenible ante la razón y la justicia. No digamos que son o no son morales porque rompan prejuicios y salten vallas que reputábamos infranqueables." (Baña, 2022).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Si bien muy poco ha perdurado sobre la primera Doctora en Química de la UNLP, la información recabada puede ser empleada para reconstruir el ambiente de la época y interpretada como un ejemplo de cómo la construcción social y cultural impacta en el modo diferencial en que hombres y mujeres pueden desarrollarse en el marco de la ciencia.

Aunque mucho se ha avanzado, tanto en cambios sociales como en medidas institucionales que facilitan y sostienen el ingreso y permanencia de las mujeres en la investigación científica, aún persisten obstáculos y algunas desigualdades que requieren una perspectiva de género para ser abordados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, H. H. (1913). *La volumetría fisicoquímica aplicada al análisis de vinos*. Sucinta reseña de un curso de análisis de vinos seguido en la Universidad de Lausanne Anales De La Sociedad Científica Argentina, 1(Tomo LXXV).

Álvarez, N. (1912). *El ácido tioacético en el análisis químico*. [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141750>

Arias, A. C. (2016). *Las mujeres en la historia de la ciencia argentina: una revisión crítica de la bibliografía*. Trabajos y Comunicaciones, 2da. Época, Universidad Nacional de La Plata.

Arias, A. C. (2017). *Mujeres universitarias y espacios de conocimiento. El caso de la Universidad Nacional de La Plata en las primeras décadas de siglo XX*. XIII Jornadas Nacionales de Historia de las Mujeres y VIII

Congreso Iberoamericano de Estudios de Género Ciudad de Buenos Aires.

- Arreguine, V. (1918). *Contribución al estudio del Baccharis Cordifolia (D. C.)* [Tesis de doctorado]. Universidad de Buenos Aires, Argentina. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n0119_Arreguine.pdf
- Baña, B. (2022). *Enrique Herrero Ducloux y la institucionalización de la química en la Argentina*. *La Ménsula*, 15(39).
- Barberis, S. (2009). Las primeras químicas. *La Ménsula*, 3(8).
- Ducloux, E. H. (1909). La enseñanza de la química en la Universidad Nacional de La Plata. *Archivos de Pedagogía y Ciencias Afines. Memoria Académica*, 6(18), 309-340.
- Dutoit, P. (1910). Conferencia. Bulletin de la Societé Chimique de France.
- Edelsztein, V., Guastavino, F. y Mileo, A. (2020). ¿Quién es esa científica? Una iniciativa didáctica para visibilizar la presencia de las mujeres en la ciencia. *Journal of Science Communication América Latina*, 3(1), N01. <https://doi.org/10.22323/3.03010801>
- García, S. V. (2006). Ni solas ni resignadas: la participación femenina en las actividades científico-académicas de la Argentina en los inicios del siglo XX. *Cadernos Pagu*, 27(27), 133-172. <https://doi.org/10.1590/S0104-83332006000200007>
- García, S. V. (2011). Mujeres, ciencias naturales y empleo académico en la Argentina (1900-1940). *INTERthesis*, 8(2). <https://doi.org/10.50071807-1384.2011v8n2p83>
- Hace años. (2015). *Diario El Día de La Plata*. <https://www.eldia.com/nota/2015-3-23-hace-anos>
- Hace años. (2017). *Diario El Día de La Plata*. <https://www.eldia.com/nota/2017-2-19-hace-anos>
- Lanza, D. C. (1912). *Contribución al estudio de la volumetría físico-química*. [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141600>
- MinCyT. (2012). La percepción de los argentinos sobre la investigación científica en el país - Tercera encuesta nacional. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/percepcion_publica_2012.pdf
- MinCyT. (2023). Diagnóstico sobre la situación de las mujeres en ciencia y tecnología. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/diagnostico_mujeres_en_cyt_2023.pdf
- Sagastume, C. A. (1944). *Historia de la Facultad de Química y Farmacia de La Plata (1889-1919)*. Aldo H. Campana (Ed). <https://archivos.biol.unlp.edu.ar/index.php/s/k78rwBBti9dsfgP>

- UNLP. (1909a) Archivos de Pedagogía y Ciencias Afines. *Memoria Académica. Actos Públicos*, 5, 261-284. Universidad Nacional de La Plata.
- UNLP. (1909b). Colación de grados e inauguración de cursos. *Archivos de Pedagogía y Ciencias Afines. Memoria Académica. Actos Públicos*, 5, 285-305. Universidad Nacional de La Plata.
- UNLP. (1911). *Colación de grados*. Aperturas de cursos y Conmemoración de Sarmiento. Actos Públicos: Universidad Nacional de La Plata.
- UNLP. (1913a). Bibliografía. *Archivos de Pedagogía y Ciencias Afines*, 12(35), 287-339.
- UNLP. (1913b). Colación de Grados. Archivos de Pedagogía. Actos Públicos: Universidad Nacional de La Plata.
- UNLP. (2019). Historia del Posgrado. Breve historia de la creación de la Facultad de Ciencias Exactas. Antecedentes de la carrera de Doctorado from https://www.exactas.unlp.edu.ar/historia_de_postgrado#:~:text=La%20creaci%C3%B3n%20del%20Doctorado%20de,15%20de%20enero%20de%201908

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

DIEZ CRITERIOS PARA UN ABORDAJE EDUCATIVO DE LA LEY DE PROMOCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN SALUDABLE EN ARGENTINA

Damian Alberto Lampert^{1,2}, Dario Marcelino Cabezas^{2,3}, Silvia Porro¹

1- *Universidad Nacional de Quilmes, Departamento de Ciencia y Tecnología, Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN). Bernal, Buenos Aires, Argentina.*

2- *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina*

3- *Universidad Nacional de Quilmes, Departamento de Ciencia y Tecnología, Laboratorio de Investigación en Funcionalidad y Tecnología de Alimentos (LIFTA). Bernal, Buenos Aires, Argentina.*

E-mail: damian.lampert@unq.edu.ar

Recibido: 28/07/2023. Aceptado: 13/12/2023.

Resumen. Este trabajo propone diez criterios educativos para trabajar la Ley de Promoción de Alimentación Saludable en las clases de Química (y otras asignaturas) desde la perspectiva de los Derechos Humanos con el fin de fomentar actitudes críticas frente a la alimentación. Los criterios fueron desarrollados a partir de un trabajo indagatorio y exploratorio sobre la implementación de la Ley en las góndolas de los supermercados, las representaciones de las personas y la revisión de los manuales que establecen la implementación de la misma. A lo largo del artículo se presentarán diferentes situaciones donde se puede comprender los aportes de la ciencia y la tecnología de los alimentos en la implementación de la Ley.

Palabras clave. alimentación, educación, promoción de la alimentación saludable, química.

Ten Criteria for an Educational Approach to the Law for the Promotion of Healthy Eating in Argentina

Abstract. This paper proposes ten educational criteria to work on the Act for the Promotion of Healthy Eating in Chemistry classes (and other subjects) from a Human Rights perspective in order to promote critical attitudes towards food. The criteria were developed from an investigative and exploratory work on the implementation of the Act in supermarket shelves, the representations of people and the review of the manuals that establish its implementation. Throughout the article, different situations will be presented where the contributions of food science and technology in the implementation of the Act can be understood.

Keywords. food, education, promotion of healthy eating, Chemistry.

INTRODUCCIÓN AL DERECHO A LA ALIMENTACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

La enseñanza de la química debe acompañar los desafíos actuales y el contexto (Porro, 2022). Uno de esos puntos a considerar es la alimentación.



La enseñanza de la alimentación en la escuela primaria y secundaria suele presentar una perspectiva puramente biologicista, es decir, su abordaje se incluye dentro de los bloques, unidades o temas de nutrición dentro de Biología (Lampert, 2022). Sin embargo, es importante señalar que la alimentación es un derecho humano al cual todas las personas deberíamos tener acceso pudiendo contar con alimentos nutritivos y seguros.

“Hablar de Derecho a la Alimentación refiere a la posibilidad de tener acceso sin interrupciones (a partir de su autoproducción o de la compra) a alimentos en cantidad suficiente, calidad adecuada y de acuerdo a la cultura y tradiciones de la población, como para garantizar a las personas y a las próximas generaciones, no sólo a nivel individual, sino también colectivo, una vida plena y digna.” (Antún et al., 2022, p. 8).

En Argentina, se habla de una “Alimentación Sana, Segura y Soberana” desde la concepción de la política social con enfoque de derechos ya que nuestro país no sólo ha adherido a distintos Pactos y Tratados Internacionales de Derechos Humanos, sino que, además, la reforma constitucional de 1994 los incluyó dentro de la Constitución Nacional en el artículo 75 inciso 22 (Antún et al, 2022).

Más allá del discurso jurídico en cuestión nacional, es importante señalar que la alimentación es transversal a varios de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y que permite englobar su perspectiva educativa dentro del ODS 4 de Educación de calidad. Ya que, para hablar de educación de calidad, se debe tener en cuenta la formación en temas actuales, resaltando la alimentación, y en especial la seguridad alimentaria. Es imposible hablar de una ciudadanía alfabetizada científicamente si la misma desconoce el valor nutricional de los alimentos y la importancia de la inocuidad.

Las carreras científico-tecnológicas, poseen una tradición (que aún no es común en todas las universidades) sobre la incorporación de la perspectiva de derechos. Sobre todo, porque su incorporación permite trabajar los aspectos de las Ciencias, y en particular de la Química, de una forma interrelacionada al marco normativo del territorio (Lampert, 2022). Desde el marco teórico conceptual, incluir los derechos humanos (asociados a las Ciencias Jurídicas) es una forma de incorporar metaciencias en la Didáctica de las Ciencias. El término metaciencias, se refiere a las disciplinas que estudian a las Ciencias, como la Epistemología, la Historia de la Ciencia y la Sociología de la Ciencia (Adúriz-Bravo, 2005). A partir de los aportes de Adúriz-Bravo (2005), la incorporación de las metaciencias en la enseñanza de las Ciencias Naturales, llevaron al desarrollo de un área conocida como Naturaleza de la Ciencia. En carreras relacionadas a la Química, y en especial a la temática de los alimentos, se ha trabajado con un abordaje geográfico de la alimentación (Crivaro, Lampert y Porro, 2022; Lampert y Porro, 2019; Lampert, 2022). Asimismo, la incorporación de las ciencias jurídicas permite una valorización acerca de la relevancia que la Química presenta en la actualidad y, para el caso de los alimentos, permite comprender el marco regulatorio y de derechos que a las personas nos rodea (Lampert y Crivaro, 2023).

Este trabajo propone una reflexión sobre la Educación Alimentaria en torno a la Ley de Promoción de la Alimentación Saludable. Para ello, se ha realizado un trabajo exploratorio en más de 50 mercados y supermercados, con la finalidad de conocer la incidencia real de la aplicación de la Ley de Promoción de la Alimentación Saludable. En este sentido, se ha realizado una encuesta a la población (muestra de 100 personas de entre 18 y 60 años de Quilmes) y se ha realizado una revisión de dos documentos claves: "Manual de aplicación rotulado nutricional frontal Aplicación de la Ley N°27.642 y el Decreto N°151/22" (Ministerio de Salud de la Nación, 2022) y "Ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable: Recomendaciones de políticas de fomento a la reformulación de alimentos" (Brizuela et al., 2022). A partir de esos resultados, se han elaborado 10 criterios para trabajar en las aulas de Química sobre la implementación de la Ley, siguiendo la metodología de Davini (2015) sobre desarrollar "criterios" para la Enseñanza de las Ciencias.

Los resultados de las encuestas han mostrado que la mayoría de la muestra analizada no logra comprender el significado de cada sello o leyenda, buscan alternativas en otros comercios que no cuenten con sellos (a pesar de que deberían contenerlo) y presentan una concepción de que el sello de advertencia es un dato cualitativo y todo aquel alimento que presente, por ejemplo, el sello de "exceso en sodio" presenta la misma cantidad de sodio.

El objetivo de este escrito es que éste pueda ser un insumo para la enseñanza de la Química en Argentina y material didáctico para la aplicación de la Ley en las diferentes aulas del país.

LEY N° 27.642 DE PROMOCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN SALUDABLE

La Ley N° 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable, que cotidianamente es llamada "Etiquetado frontal", fue sancionada en noviembre de 2021 y tiene por objeto garantizar el derecho a la salud y la alimentación, a partir de información nutricional comprensible para la sociedad de los alimentos envasados y bebidas analcohólicas. La Ley propone acercar una alimentación saludable a través de la información de los alimentos de forma que las personas puedan tomar decisiones en relación a qué consumir a partir de las advertencias que puedan estar presentes en el envase. De allí es que se suele llamar a esta Ley como etiquetado frontal, ya que los alimentos envasados tendrán sellos de advertencia y leyendas precautorias que indicarán a las y los consumidores sobre los excesos de componentes como azúcares, sodio, grasas saturadas, grasas totales y calorías, en conjunto con la presencia de cafeína y edulcorantes. El exceso de componentes, se presenta por medio de un sello de advertencias octogonal negro ya que permite una mayor visibilidad eficaz para identificar los nutrientes críticos en exceso (Ministerio de Salud, 2020). El sello contiene en su interior el texto "EXCESO en", seguido de azúcares, grasas totales, grasas saturadas, calorías y sodio, uno por cada nutriente crítico en exceso y debajo se indica "Ministerio de Salud". Para el caso de advertir sobre la presencia de edulcorantes y cafeínas, utiliza un sistema rectangular de leyendas precautorias que indique: "Contiene

edulcorantes, no recomendable en niños/as” y/o “Contiene cafeína, evitar en niños/as” (Figura 1).



Figura 1. Sellos de advertencia y leyendas precautorias para los alimentos envasados.

Aquellos envases que cuenten con algún sello de advertencia o leyenda precautoria no pueden incorporar en el envase información nutricional complementaria, logos o frases con el patrocinio de sociedad científica o asociaciones civiles; personajes infantiles, animaciones, celebridades, regalos, concursos, juguetes, entre otros (Brizuela et al., 2022). Asimismo, las empresas tampoco pueden publicitar al producto con dicha información adicional.

DIEZ CRITERIOS PARA EL ABORDAJE DE LA LEY DE PROMOCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN SALUDABLE

(1) Conocer el rotulado de los alimentos

El Código Alimentario Argentino, donde pueden encontrarse las definiciones de los alimentos y los límites permisivos de sustancias químicas y control microbiológico, se divide por capítulos que presentan información sobre los diferentes grupos de alimentos, la rotulación, la fabricación, etc. En el capítulo V – “Normas para la Rotulación y Publicidad de los Alimentos”, se indican los fundamentos que debe tener un producto en su rótulo. Se define la rotulación como “toda inscripción, leyenda, imagen o toda materia descriptiva o gráfica que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado, marcado en relieve o huecograbado o adherido al envase del alimento”.

Por tal motivo, es fundamental comprender lo que una persona está comprando y consumiendo. Para llegar a comprender y entender el “etiquetado frontal” hay que conocer los fundamentos de la rotulación de los alimentos.

Todo alimento envasado, sean industrializado o no, debe tener la siguiente información obligatoria:

- Denominación de venta
- Lista de ingredientes
- Vencimiento
- Lote
- Preparación e instrucciones de uso
- Contenido neto
- Identificación de origen
- Rotulación nutricional
- Declaración de alérgenos

Por otro lado, se encuentra la información facultativa que es toda aquella que no es obligatoria. Por ejemplo, "rico en proteínas", "fuente de hierro...". Como se mencionó anteriormente, cuando un producto presenta un sello ya no puede llevar este tipo de información.

Este apartado permitiría que el profesorado plantee la siguiente pregunta. ¿Todos los productos que consumimos presentan la lista de información obligatoria anteriormente nombrada?

(2) Definir la terminología relacionada a las advertencias y sus límites

Es importante, para comprender el uso de sellos y leyendas precautorias, conocer y comprender cada uno de los términos y cuál es el parámetro establecido para su incorporación:

- Azúcares: los productos tendrán el sello de exceso en azúcares cuando el 10% o más de las calorías del alimento provengan de los azúcares añadidos. En este grupo se incluyen:
 - monosacáridos y disacáridos
 - azúcares de hidrólisis de polisacáridos:
 - ingredientes que contengan azúcares adicionados (jalea de frutas, caramelo);
 - ingredientes que contengan naturalmente azúcares (miel, melaza)
 - jugos y concentrados de frutas u hortalizas
 - pulpas y purés de frutas u hortalizas
 - fruta en polvo
 - la mezcla de cualquiera de los anteriores.
- Sodio: los productos tendrán el sello de exceso en sodio cuando contengan 1 mg o más de sodio por cada kcal o cuando presenten 300 mg o más de sodio cada 100 g o mL del alimento (independientemente de su contenido energético). El sodio hace referencia a cualquier sal de sodio o cualquier ingrediente que contenga sales de sodio agregadas.
- Grasas totales: los productos tendrán el sello de exceso en grasas totales cuando el 30% o más de las calorías del alimento provengan de las grasas totales. Se entiende que el alimento presenta grasas totales cuando en su elaboración se utilizan productos y/o ingredientes que contengan grasas y aceites de origen vegetal y/o animal o cuando se adicionan en forma directa grasas y aceites de origen vegetal y/o animal.
- Grasas saturadas: los alimentos presentarán sellos de exceso de grasas saturadas cuando el 10% o más de las calorías del alimento provengan de las mismas.
- Calorías: el término hace referencia a una unidad de cantidad de energía que está contenida en los alimentos. Para que los productos presenten el sello de exceso en calorías se deberán cumplir las siguientes condiciones:
 - Para alimentos: el producto deberá llevar al menos algunos de los sellos de exceso en azúcares, grasas totales o grasas saturadas y aportará 275 kcal o más cada 100 g del mismo.

- Para bebidas analcohólicas: el producto deberá llevar al menos alguno de los sellos de exceso en azúcares, grasas totales o grasas saturadas y deberá aportar 25 kcal o más cada 100 mL del mismo.
- Edulcorantes: cuando en la lista de ingredientes se incluya al menos un aditivo edulcorante, deberá figurar la respectiva leyenda precautoria. Para conocer el listado de edulcorantes se presenta el siguiente link a la ficha técnica sobre los mismos: https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_24_Edulcorantes.pdf
- Cafeína: se presentará la leyenda precautoria asociada cuando se incluya en la lista de ingredientes a la cafeína como tal o, para el caso de las bebidas analcohólicas o polvos para prepararlas, se utilicen ingredientes que aporten cafeína como café, té, yerba mate, guaraná, cacao, cola, entre otros.

(3) Concientizar que sellos no son un dato cualitativo.

Se debe considerar que cada sello refiere a un límite establecido (como lo mencionado en el apartado anterior). Pero eso no quiere decir que un alfajor o una bebida hídrica tengan la misma cantidad de azúcar. Es importante señalar el trabajo de las cantidades en química y poder interpretar el rótulo de los alimentos para entender que, por porción de alimentos, el mismo presenta "x" g de azúcar añadido. Lo mismo sucede en relación al sodio, no es lo mismo una galletita de agua o un snack tipo papas fritas. Por ello, es fundamental comprender los límites establecidos en el Sistema de Perfil de Nutrientes, pero a la vez comprender que cada alimento presenta diferentes valores por sobre ese límite y no necesariamente son iguales. El sello es una advertencia, pero el dato cuantitativo se encuentra en la tabla nutricional de los alimentos. Asimismo, como se mencionó anteriormente, no es lo mismo un sello aislado de "exceso en azúcares" que en conjunto con otros.

En la siguiente tabla podemos apreciar un ejemplo de diferentes productos lácteos: queso Port Salut, queso Gouda, queso Pategrás y queso Provolone que presentan cuatro sellos: "exceso en grasas totales", "exceso en grasas saturadas", "exceso en sodio" y "exceso en calorías" (Tabla 1). Sin embargo, realizando un análisis comparativo de los diferentes nutrientes se puede apreciar, para una misma porción, que, aunque todos los quesos contienen el sello "exceso en sodio", un queso Port Salut presenta 122 mg de sodio y un queso Provolone más del doble de dicha cantidad.

Tabla 1. Comparación de diferentes productos con igual cantidad de sellos de advertencia.

Nutriente	Port Salut (30 g)	Gouda (30 g)	Pategrás (30 g)	Provolone (30 g)
Carbohidratos	0,3 g	0 g	0 g	0 g
Proteínas	6,1 g	6,7 g	8,2 g	7,8 g
Grasas totales	7,5 g	8,7 g	8,9 g	10 g
Grasas saturadas	4,5 g	5,3 g	5,4 g	6,4 g

Sodio	122 mg	103 mg	109 mg	260 mg
-------	--------	--------	--------	--------

(4) Considerar las diferencias con las Guías Alimentarias para la Población Argentina (GAPA)

En Argentina, existen las GAPA (se recomienda ampliar la información de las mismas en el siguiente enlace: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-establecio-que-las-guias-alimentarias-para-la-poblacion-argentina-sean-los-estandares>) dentro de las cuales se establece incorporar a diario alimentos de todos los grupos y realizar al menos 30 minutos de actividad física. Sin embargo, la Ley de promoción de la alimentación saludable presenta una contradicción frente a las GAPA, por ejemplo, para los productos lácteos. Ya que las GAPA indican "consumir diariamente leche, yogur o queso" y la mayoría de estos productos presenta al menos un sello y/o leyenda precautoria.

El manual de Brizuela et al. (2022), proporciona diferentes ejemplos de productos que se presentan en las GAPA y que la OPS no recomiendan consumir. Con lo cual, presenta una herramienta útil para plantear de qué se habla, realmente, con la concepción de "alimentación saludable".

(5) Conocer los nuevos productos

La industria agroalimentaria se encuentra en constante actualización de acuerdo a los intereses de la población y las necesidades del mercado. Por tal motivo, muchas empresas han comenzado un proceso de reformulación de los alimentos con el fin de no incluir sellos y leyendas en sus productos. Un caso particular es el de un postre que se presenta en el mercado "100% libre de sellos". Lo cual permite que los y las consumidoras puedan elegirlo sabiendo que no presenta un exceso de azúcares como los de otras marcas. En este ítem, es importante señalar la función que cada componente presenta en una matriz alimentaria. Por ejemplo, para el caso de los azúcares en los alimentos presentan diferentes funciones que pueden ser sustituidas por diversas sustancias de acuerdo a la tabla siguiente (Tabla 2).

Tabla 2. Función de los azúcares en la matriz alimentaria y reemplazo por otras sustancias (Pollak, 2016).

Función de los azúcares en los alimentos.	Alternativas en los alimentos.
Textura/palatabilidad	Gomas, espesantes, polioles
Color (Reacción de Maillard)	Colorantes
Conservación (baja la actividad de agua de los alimentos)	Conservantes
Humectación	Humectantes, polioles

(6) Conocer los productos duplicados

En paralelo con lo mencionado en el ítem anterior, muchas empresas han lanzado una gama paralela de productos "libre de sellos" con el fin de poder conquistar a aquellos consumidores y consumidoras que han dejado de consumir, o han disminuido el consumo, de los productos por tener algún sello. Un caso particular, es una "chocolatada", como coloquialmente solemos llamarla, cuyo nombre legal es "Leche UAT chocolatada

parcialmente descremada homogeneizada fortificada con vitamina D, C y zinc, con agregado de hierro, calcio y vitamina B1”.

Una empresa ha continuado con la fórmula original del producto agregando el sello de “exceso en azúcar” y eliminando el personaje animado del envase (Figura 2A). Sin embargo, en paralelo se ha desarrollado una nueva fórmula que no presenta ningún sello y a su vez, sigue presentando el personaje animado (Figura 2B) y la información nutricional complementaria (“con vitaminas, hierro y zinc”). El producto con sello presenta 10 g de azúcares añadidos en la porción de 200 ml de producto (1 unidad), mientras que su producto duplicado presenta 1,9 g de azúcares añadidos cada 200 ml.



Figura 2. A: Producto con sello de exceso en azúcares. B: producto libre de sellos. Se han eliminado las imágenes y las marcas por razones de Copyright.

En este punto, es importante señalar y abordar la lectura y comparación de los rótulos nutricionales. Pero a su vez, conocer las etapas que implica la formulación de un nuevo alimento (Brizuela et al., 2022):

- Definir las necesidades de reformulación para conocer la reducción de cada nutriente crítico.
- Tener en cuenta las propiedades como nutriente crítico y/o la funcionalidad los ingredientes a ser sustituidos, para definir los ingredientes de la nueva formulación.
- Modificar las variables del proceso de fabricación.
- Elaborar los prototipos a escala piloto.
- Estimar el impacto de las reformulaciones en la vida útil y el control microbiológico. De acuerdo a la bibliografía consultada, este ítem se presenta luego de la aceptación sensorial del producto. Sin embargo, como criterio profesional, antes de hacer todo tipo de ensayo sensorial se debe garantizar la inocuidad del producto.
- Evaluar el grado de aceptación en función de las características organolépticas.
- Seleccionar el prototipo adecuado.
- Validar a escala industrial.
- Estimar el impacto en los costos.
- Evaluar la aceptación de los consumidores.

Este apartado permitirá que el profesorado puede incentivar al estudiantado en la búsqueda de productos que se encuentran duplicados en el mercado y puedan comparar su composición.

(7) Comprender la rotulación de los caramelos y otros productos pequeños

Para aquellos alimentos con superficies menores o iguales a 10 cm² que deban presentar un sello de advertencia y/o leyendas precautorias, se deberán utilizar microsellos, cuyo tamaño se calculará teniendo en cuenta el área del envase por 0,15. El número indicado en cada microsello debe corresponder a la cantidad de nutrientes y/o calorías que contengan en exceso y/o a la presencia de cafeína o edulcorantes y NO es una referencia de la presencia de una leyenda o sello de advertencia. Esto es importante señalarlo ya que en la web circula información errónea que indica una referencia entre el número presente y el nutriente crítico en exceso o la presencia de cafeína y edulcorantes. La Figura 3, presenta un ejemplo de este tipo de información errónea.



Figura 3. Significado erróneo de los microsellos. Fuente:

<https://www.unidiversidad.com.ar/ley-de-etiquetado-frontal-como-functiona-en-las-golosinas>

En este sentido, la normativa emplea, formatos gráficos de microsellos y recomienda utilizar la que incluye la palabra "SELLO/S" para una mejor comprensión de la información por parte de las consumidoras y los consumidores (Figura 4).



Figura 4. Microsellos: si bien ambas filas son de uso correcto, se recomienda utilizar la primera fila de sellos que indica el número seguido de la palabra "sello/s".

Aunque en su mayoría, suelen aparecer los números solos. El otro problema detectado es que los consumidores no pueden identificar cuáles son los sellos. Si bien en su mayoría suelen ser productos dulces los que presentan microsellos, como caramelos o tabletas de chocolate, que presente el número 4 se refiere a un exceso en azúcares, grasas totales, grasas saturadas y calorías. Pero si en el mercado hubiese un producto salado de área menor o igual a 10 cm² también tendría el número 4 (si presenta un exceso de grasas totales, grasas saturadas, sodio y calorías). Con lo cual,

las personas no cuentan con información clara sobre la identificación de los nutrientes críticos.

(8) Hablar de panes, quesos, fiambrerías y panaderías.

La Ley de Promoción de la Alimentación Saludable establece, como se señaló, anteriormente, que los sellos y leyendas estén presentes en los productos envasados y aquellos productos elaborados que son envasados en ausencia del cliente: como tortas, ensaladas, productos congelados, etc. Sin embargo, muchas cadenas de supermercados comercializan el queso "mantecoso" en fracciones de acuerdo a su peso, y si bien el producto original podría estar correctamente rotulado con sus correspondientes sellos, las fracciones no (Figura 5). Obviamente, eso no implica que el producto esté libre de sellos. A partir de una encuesta realizada a 50 personas, se ha encontrado que el 100% pensaba que el queso estaba libre de sellos por no estar presentes.

Al mes de agosto del año 2023, es una situación que se visualiza en muchos comercios. Tal vez, prontamente, se agreguen los sellos a esas fracciones de alimentos.

Las siguientes imágenes muestran la situación que se presenta en diferentes comercios:



Figura 5. Imágenes de quesos en góndolas.

En relación a este ítem, mucho se viene hablando acerca de la cantidad de sellos y leyendas presentes en los alimentos. Pero a su vez, hay que entender que la Ley plantea que se debe declarar el etiquetado nutricional frontal en los alimentos y bebidas alcohólicas que estén formulados, elaborados, y envasados en ausencia del cliente. Cuando una persona se acerca a una cadena de supermercados o incluso, a un mercado de barrio, debería encontrarse con tortas, panes que ya estén envasados presentando leyendas o sellos (Figura 6).



Figura 6. Productos de pastelería de un supermercado.

A los consumidores, este tipo de productos (con rótulo) les permite conocer los ingredientes, la tabla nutricional, la presencia de nutrientes críticos, la fecha de vencimiento, entre otros. Sin embargo, si uno accede a una panadería, muchas veces las tortas no presentan sellos y/o leyendas. ¿Eso quiere decir que son 100% libres de sellos? Primero habría que ver analizar la tabla nutricional de estos productos, pero es probable (por el tipo de ingredientes que se suelen utilizar en la pastelería) que al menos un sello debería tener. Por eso, es importante señalar y romper el mito que “lo de la panadería no tiene sellos y lo del mercado sí”. Lo mismo sucede con las fiambrerías que suelen ofrecer “tabla de fiambres” ya elaboradas y envasadas o quesos como mencionamos anteriormente.

(9) Lo light no es libre de sellos y/o leyendas.

Otra creencia que suelen tener las personas es que los productos light no presentan sellos ni leyendas precautorias. Un alimento light es aquel que cumple las condiciones de “bajo” o “reducido” en el contenido energético y/o en el nutriente declarado. Por ejemplo, en el caso de una bebida hídrica cola, hay algunas marcas que presentan:

- Exceso en azúcares
- Exceso en calorías
- Contiene edulcorantes, no recomendable en niños/as
- Contiene cafeína, evitar en niños/as

Sin embargo, en aquellas bebidas sin azúcar, presentan leyendas precautorias por presentar edulcorantes y cafeína. No presentan sellos de “exceso en...” pero si, presentan edulcorantes que le otorgan el sabor dulce a la bebida en ausencia de los azúcares.

Es importante recordar que la Ley establece que, si un producto cuenta con un sello, ya no puede contener información nutricional complementaria como “reducido en...”.

(10) Comprender el caso de los alimentos de la Pascua, la Navidad y Halloween.

Este apartado para el trabajo en el aula lleva el nombre de la Pascua debido a que es común en dicha fecha que el “Conejo” traiga chocolates o “huevos de chocolate” con sorpresas. En nuestro país, la tradición de los huevos de Pascua era conocida a partir del desarrollo de Felipe Fort quien desarrolló los primeros huevos de chocolate decorados con azúcar impalpable en su exterior en la década de 1940 (Balmaceda, 2016). A partir de 1940, Argentina disfrutaba de los huevos de chocolate con sorpresa en su interior que luego llevó a la empresa Felfort® a crear el chocolatín Jack (Balmaceda, 2016). En paralelo y a posterior, comenzaron a desarrollarse múltiples alimentos con sorpresas, juguetes y personajes animados.

La Ley, establece que los alimentos y bebidas analcohólicas envasadas que contengan al menos un sello de advertencia (octógono y/o leyenda) no podrán tener:

“información, leyendas, imágenes o representaciones implícitas o explícitas de personajes infantiles, animaciones, dibujos animados, celebridades, deportistas, o mascotas; elementos interactivos; la

entrega o promesa de entrega de obsequios, premios, regalos, accesorios, adhesivos; juegos visual-espaciales; descargas digitales o cualquier otro elemento, como así también la participación o promesa de participación en concursos, juegos, eventos deportivos, musicales, teatrales o culturales junto con la compra de productos que contengan por lo menos un nutriente crítico en exceso, que inciten, promuevan o fomenten el consumo, compra o elección de éste”

Esta cita, que forma parte de la Ley, se centra en que no exista alguna fuente externa (en el envase o el interior del producto) que motive a las personas a consumir un producto. Por tal motivo, como se mencionó en el apartado 4, muchos productos tuvieron que eliminar a su personaje del rótulo. Solo quedaron en el rótulo aquellos que están 100% libre de sellos.

Sin embargo, en el mercado aún quedan algunas dudas: hay chocolates con leche que en su interior cuentan con un juguete. Por otro lado, hay postres que antes venían en su envase con forma de personajes que hoy, a pesar de contar con el sello de “Exceso en azúcares” presenta la imagen (distorcionada y que tendería a lo abstracto) del personaje. ¿Cumplen con la Ley? Es una pregunta para trabajar en el aula.

Retomando las otras festividades, con Halloween sucede algo similar. En los envases no aparecen murciélagos, esqueletos, brujas o vampiros, cuando las golosinas presentan un sello o leyenda. Sin embargo, los productos en su interior siguen con forma de dentadura o animales. Lo cual genera otro interrogante para la clase: ¿Qué abordaje presenta la ley al respecto?

En relación a la Navidad, uno de los grandes ausentes desde este 2023 es Papá Noel. Su imagen ya no aparece en los diferentes productos a base de chocolate. Sin embargo, retomando el papel de las industrias en la reformulación de los alimentos, se ha generado un cambio en las bebidas. En los últimos años han surgido bebidas sin alcohol artificial gasificadas con diferentes sabores que suelen ser una alternativa para el brindis de los/as niños/as. Son bebidas que muchas personas suelen llamar “sidra sin alcohol para niños” y que suelen venir en un envase plástico con tapa a rosca con ilustraciones de diferentes personajes animados vestidos de navidad (Como Minions o Mickey Mouse). Hoy en día esos productos siguen con dichos personajes, pero con un sello que indica “100% libre de sellos” lo cual demuestra las modificaciones de la industria para poder mantener su segmento del mercado mediante el uso de ilustraciones.

A MODO DE RESUMEN

Este artículo no pretende trabajar un aspecto específico de los sellos y las leyendas precautorias sino, abrir la posibilidad de poder trabajar múltiples aspectos de Química en relación al Derecho a Alimentación de los productos que están en góndola. Se presentaron 10 criterios que fueron obtenidos de un trabajo de investigación y que podrán enriquecer las clases de Química en las cuales se aborda esta temática.

A continuación, se listan los diez criterios mencionados:

- (1) Conocer el rotulado de los alimentos
- (2) Definir la terminología relacionada a las advertencias y sus límites
- (3) Concientizar que sellos no son un dato cualitativo.
- (4) Considerar las diferencias con las Guías Alimentarias para la Población Argentina (GAPA)
- (5) Conocer los nuevos productos
- (6) Conocer los productos duplicados
- (7) Comprender la rotulación de los caramelos y otros productos pequeños
- (8) Hablar de panes, quesos, fiambrerías y panaderías.
- (9) Lo light no es libre de sellos y/o leyendas.
- (10) Comprender el caso de los alimentos de la Pascua, la Navidad y Halloween.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Antún, C., Amicone, M., Bitar, M., y Vidal, S. (2022). *Módulo 1: Derecho a una alimentación sana, segura y soberana. Promotoras y Promotores de una alimentación sana, segura y soberana*. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2022/07/isiso_modulo_1_derecho_a_una_alimentacion_sana_segura_y_soberana.pdf
- Balmaceda, D. (2016). *La comida en la historia argentina*. Sudamericana.
- Brizuela, G., Cova, M. C. Monzón, J. y Varona, P. (2022). *Ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable. Recomendaciones de políticas de fomento a la reformulación de alimentos*. Ministerio de Economía de la Nación Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/35_-_ley_de_promocion_de_alimentacion_saludable_-_arg._productiva.pdf
- Crivaro, L. A., Lampert, D. A. y Porro, S. (2022). La importancia de enseñar derecho a la alimentación. En: *XVIII Encuentro de Geografías de América Latina (EGAL) y VIII Congreso Nacional de Geografía de Universidades Públicas de la República Argentina* (Córdoba, 30 de noviembre y 1º al 4 de diciembre de 2021).
- Davini, M. C. (2015). *La formación en la práctica docente*. Buenos Aires: Paidós.
- Lampert, D. A. (2022). *La enseñanza de las enfermedades transmitidas por alimentos y el desarrollo del pensamiento crítico. Aportes desde la geografía de la salud*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3822>
- Lampert, D. A. y Crivaro, L. A. (2023). La educación CTS en Ciencias Jurídicas a partir de la alimentación. *Indagatio Didactica*, 15(1), 285-306. <https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32234>

- Lampert, D. A. y Porro, S. (2019). Innovations in the development of critical thinking and the teaching of the nature of science and technology: background and proposal for food engineering course of studies. En: *HEAD'19. 5th International Conference on Higher Education Advances*, (pp. 261-269). Editorial Universitat Politècnica de València.
- Ministerio de Salud de la Nación. (2019) *Guías Alimentarias para la Población Argentina*. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-establecio-que-las-guias-alimentarias-para-la-poblacion-argentina-sean-los-estandares>
- Ministerio de Salud. (2020). *Evaluación del Desempeño del Etiquetado Frontal de Advertencias frente a otros modelos en Argentina*. Recuperado de: <https://bancos.salud.gob.ar/recurso/evaluacion-del-desempeno-del-etiquetado-frontal-de-advertencia-frente-otros-modelos-en>
- Pollak, R. (2016). *Estudio panorámico de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Alimentos saludables. Reducción de azúcares en alimentos*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Porro, S. (2022). *Algunas reflexiones sobre la enseñanza de la Química... y más. Nuevas perspectivas*, 1(1). <https://revistanuevasperspectivas.aduba.org.ar/ojs/index.php/nuevasperspectivas/article/view/12>

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

INCIDENCIA DE QUÍMICA GENERAL EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA

María Virginia Güizzo López¹, Miguel Ángel Castillo¹, Sofía Zacur Vercellone¹, María A. Aparicio¹, Norma B. Moraga^{1,2}

1- *Universidad Nacional de Salta (UNSa), Facultad de Ingeniería. Argentina*

2- *Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – UNSa. Argentina*

Email: normoraga@gmail.com

Recibido: 31/10/2023. Aceptado: 18/12/2023.

Resumen. En este trabajo se analiza la incidencia de los resultados obtenidos durante el cursado de la asignatura Química General de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Nacional de Salta (UNSa) en el desempeño y rendimiento académico de los estudiantes en cada una de las carreras de ingeniería y su impacto a nivel Universidad. Estos resultados además interpelan nuestras prácticas docentes, invitándonos a repensar y reformular de forma continua las estrategias y modalidades de enseñanza aprendizaje que aplicamos en la cátedra, con el objetivo de mejorar la retención y el impacto en el rendimiento de los estudiantes en la asignatura y en cada carrera.

Palabras clave. rendimiento académico, carreras de ingeniería, química general.

Impact of General Chemistry on Academic Performance in Engineering Courses

Abstract. This work analyzes the impact of the results obtained during the course of General Chemistry subject of the Facultad de Ingeniería (FI) of the Universidad Nacional de Salta (UNSa) on development and academic performance of the students in each of the engineering careers and their impact at the university level. These results also challenge our teaching practices, inviting us to continually rethink and reformulate the teaching-learning strategies and modalities that we apply in the classroom, with the aim of improving retention and the impact on student performance in the subject and in every career.

Keywords. academic performance, engineering careers, general chemistry.

MARCO REFERENCIAL

Este trabajo se realizó en la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Nacional de Salta (UNSa), entidad pública, situada al norte de Argentina, con 50 años de antigüedad y de sólida trayectoria en distintas áreas de especialización en cada una de sus seis facultades. Las cuatro carreras de Ingeniería que se dictan en esta facultad son: Química (IQ), Civil (IC), Industrial (II) y Electromecánica (IE), y tienen común las 6 asignaturas del Ciclo Básico, siendo una de ellas Química General, correspondiente al 2°



cuatrimestre de 1° año, pero que se redicta a contra cuatrimestre dada la gran cantidad de estudiantes que recursan. La asignatura presenta una carga horaria de 7 horas semanales, distribuidas en 2 turnos de 3 horas de teoría cada uno y 4 horas de práctica, divididas en dos clases para cada una de las 5 comisiones.

Las cuatro carreras de Ingeniería son de régimen promocional, lo que implica una evaluación continua del proceso de aprendizaje, ya que todas las asignaturas se aprueban sin examen final. El estudiante debe cumplir determinados requisitos (asistencia, prácticas de laboratorio, redacción de informes, entre otros) y acreditar periódicamente los conocimientos adquiridos en tiempo y forma, alcanzando determinados puntajes en diferentes instancias de evaluación como parciales, evaluaciones de tema (ET) y cuestionarios. La nota final de promoción resulta de la ponderación de un 0,60 del promedio de las notas de los parciales y/o su recuperación, de un 0,25 del promedio de las notas de ocho evaluaciones por tema y de un 0,15 del promedio de las notas de los cuestionarios de laboratorio. Para alcanzar la promoción, esta nota final debe ser mayor o igual a 7, ya que, si la nota es mayor o igual a 4 pero menor a 7, el estudiante pasa a una segunda instancia que consiste en un examen global que debe ser aprobado con una nota mayor o igual a 6.

Una de las ventajas de este sistema es el desarrollo del hábito de estudio permanente, pero una de sus debilidades es que la dinámica no les da tiempo a madurar ciertos conceptos para enfrentar mejor las evaluaciones continuas.

La deserción, entendida como el abandono de los estudiantes durante el cursado al no lograr los rendimientos necesarios para alcanzar la nota de promoción final, según González Fiegehen (2006), puede ser causada por motivos ajenos al sistema de educación superior (temas económicos); cuestiones personales; situaciones propias de las instituciones (ingreso restringido) y razones académicas. Siendo parte del sistema universitario público, estas dos últimas causas nos interpelan, ya que aun cuando la formación previa es importante, debemos asumir esa realidad y hacernos cargo de la falta de formación en el aprendizaje autónomo, que las modalidades de cursado dificultan el trabajo de los estudiantes (lo que aumenta los años de permanencia en el mejor de los casos) y que la intensidad del dictado no es acorde con los tiempos necesarios para la apropiación de conocimientos. Dentro de las propuestas para superar estas problemáticas, se plantea implementar estrategias curriculares innovadoras, realizar cambios metodológicos, fomentar la formación pedagógica docente, enseñar a los estudiantes a cuestionar su propio entendimiento, favorecer el pensamiento hipotético deductivo y enseñar la transversalidad de la disciplina a través de su aplicación en situaciones cotidianas para la construcción del sentido de los contenidos.

OBJETIVOS

Con el objetivo de mejorar las notas de promoción en la asignatura y en el rendimiento académico general, en este trabajo se propone la utilización del método inductivo, donde a partir de ideas previas, los estudiantes planteen

una situación problemática, de manera de ser protagonistas en la construcción de sus conocimientos en lugar de la aplicación mecánica y repetitiva de experiencias para comprobar una teoría. La intervención práctica consiste en el uso de recursos tecnológicos como simuladores, laboratorios virtuales y autoevaluaciones. Los simuladores y laboratorios virtuales posibilitan a los estudiantes ensayar situaciones reales e hipotéticas que agilizarán la asimilación de conceptos abstractos antes de rendir una evaluación. A su vez, la aplicación de evaluaciones formativas con retroalimentación oportuna y continua permite a los estudiantes identificar sus problemas y abordar áreas de mejora antes de las evaluaciones con ponderación. De esta forma, la observación y el cuestionamiento autónomo del propio entendimiento de la realidad, estimulará el pensamiento hipotético deductivo y fomentará la investigación en la búsqueda de verificar interpretaciones propias respecto de los principios teóricos aplicados.

METODOLOGÍA

Este trabajo se basó en el análisis de situación en un período de 10 años de la cátedra de Química General de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Nacional de Salta (UNSa). El mismo se realizó sobre datos recopilados por la cátedra tales como cantidad de ingresantes/recursantes, encuestas a los estudiantes sobre apreciaciones personales de la materia y rendimiento académico, entendido como la mejora en las notas, el aumento en la cantidad de estudiantes promocionados y la disminución en la tasa de abandono. También se usaron datos brindados por el centro de cómputos de la FI sobre cantidad de egresados de la Facultad y con datos tomados del centro de cómputos de la universidad, se estimó su incidencia respecto del total de graduados de la UNSa. Esta información nos permitió interpretar el impacto del desempeño de los estudiantes en la asignatura en cada carrera de ingeniería y en la UNSa. Además, interpeló nuestras prácticas docentes, invitándonos a repensar y reformular de forma continua estrategias y modalidades de enseñanza aprendizaje que aplicamos en la cátedra.

Estadísticas generales

La matrícula a las carreras de Ingeniería tuvo un aumento sostenido en la última década (Figura 1) (DGC UNSa, 2023), acorde con los datos de otras Universidades Estatales del país (Gobierno A., 2020 y 2021). No obstante, la tasa de graduación general de la UNSa se encuentra por debajo de la media nacional; de hecho, en la última década se observa un incremento de la matrícula que no fue acompañada por un aumento en la tasa de graduación, que, en términos generales, fue del 30% (Nina Olivares, 2019).

La tasa de graduación general de la UNSa entre 2004 y 2018 muestra que el 82,81% de los estudiantes egresan posterior a los 6 años de cursado y solo el 17,19% dentro de los cinco años (Nina Olivares, 2019). En Ingeniería pasó de 10,8 años para la cohorte 2000 a 7 años para la cohorte 2006, siendo el promedio hasta la fecha de 8,5 años.

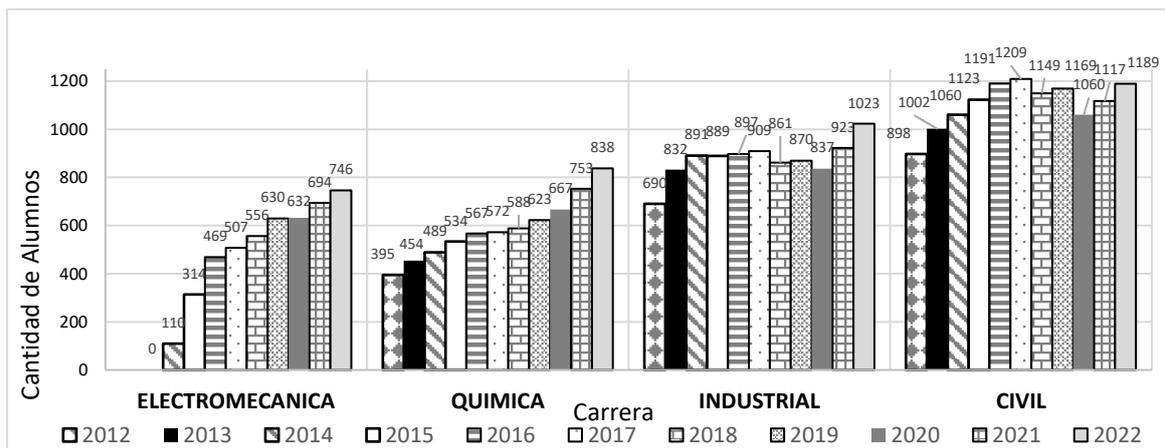


Figura 1. Cantidad de ingresantes por carrera (período 2012 - 2022)

Una de las causales de esta situación se da en los primeros años de cursada, posiblemente debido a todo lo que implica pasar de la escuela media a la universidad, tanto en lo referido al cambio de modalidad académica que requiere un grado de autogestión superior (Dos Santos et al., 2023), como a cuestiones socio-afectivas, madurativas, de adaptación y todo lo que esto implica. Esto repercute en la deserción y en las bajas notas de los estudiantes que no les permite alcanzar la nota de promoción final y los lleva a recurrir, afectando su rendimiento y el de las cátedras (Zacur Vercellone y Moraga, 2021).

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta, la carrera de Ingeniería Civil es la más requerida históricamente (Ruiz Collivadino y Moraga, 2021), seguida por Ingeniería Industrial, Química y Electromecánica, que, a pesar de ser la más reciente, desde 2018 registra una matrícula comparable a la de Ingeniería Química (Tabla 1) (DGC UNSa, 2023).

Tabla 1. Cantidad de ingresantes y egresados por carrera (período 2012 - 2022)

Año	IE		IQ		II		IC		TOTAL	
	Ingreso	Egreso	Ingreso	Egreso	Ingreso	Egreso	Ingreso	Egreso	Ingreso	Egreso
2012	0	0	395	24	690	10	898	23	1983	57
2013	0	0	454	11	832	17	1002	12	2288	40
2014	11	0	489	27	891	34	1060	47	2550	108
2015	314	0	534	12	889	23	1123	21	2850	56
2016	469	0	567	21	897	21	1191	33	3124	75
2017	507	0	572	6	909	39	1209	37	3197	82
2018	556	1	588	18	861	12	1149	32	3154	63
2019	630	0	623	12	870	20	1169	33	3292	65
2020	632	0	667	17	837	17	1060	30	3196	64
2021	694	1	753	8	923	15	1117	12	3487	36
2022	746	1	838	11	1023	5	1189	7	3796	24
TOTAL	4658	3	6480	167	9622	213	12167	287	32927	670

En 10 años (de 2012 al 2022), egresaron 670 estudiantes de las 4 carreras de Ingeniería, de los cuales el 42,84% corresponde a IC, el 31,79% a II, el 24,93% a IQ y apenas un 0,45% a IE (Tabla 1), valor coherente si se tiene

en cuenta que esta carrera inició su dictado en 2014 y tuvo su primer egresado en el año 2018.

La significativa baja de egresados de los años 2021 y 2022 (Figura 2) puede interpretarse como consecuencia de la pandemia. De hecho, el informe de estadísticas Universitarias Nacionales 2020-2021 (Gobierno A., 2021), enfatiza que "debido al contexto de pandemia por COVID-19, algunos valores informados pueden resultar atípicos respecto de su serie histórica, considerando al año académico 2020 como estadísticamente singular". Es importante destacar que la Facultad tuvo una reacción rápida e inició el cursado virtual a la semana de decretado el aislamiento, probablemente porque la mayoría de los docentes ya utilizaba la plataforma Moodle, no con toda su potencialidad sino principalmente como repositorio de material o canal de comunicación unidireccional, pero esto fue suficiente para dar una respuesta casi inmediata y cada vez más eficiente en cuanto al uso de recursos, ya que se extendió por 4 cuatrimestres. Aun cuando las actividades en la mayoría de las materias siguieron de forma virtual, algunas asignaturas, principalmente de los últimos años, cuyas prácticas presenciales resultan requisitos fundamentales (incluso la misma Práctica Final), se vieron obligadas a dilatar los plazos hasta que las actividades pudieran ser acreditadas.

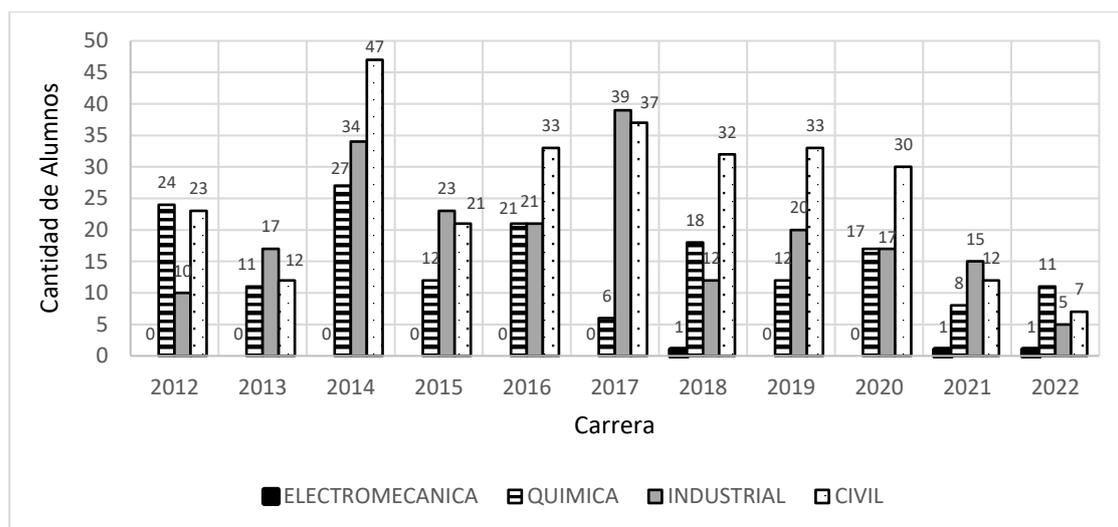


Figura 2. Egresados por carrera (período 2012 – 2022) (DGC UNSa, 2023)

Si bien el bajo rendimiento general es multicausal (contexto social, situación económica, formación académica previa y factores personales entre otros), el desgranamiento en los primeros años tiene una correlación directa (Gobierno A., 2021), lo que nos invita a reflexionar, replantear y reformular de forma continua las estrategias y modalidades de enseñanza aprendizaje que aplicamos en la cátedra. Por eso en 2020 empezamos a analizar especialmente la situación de los recursantes a través de encuestas internas donde, con el consentimiento de los estudiantes, se realizan una serie de preguntas que nos ayudan a entender las causas de repitencia y cronicidad desde su propia perspectiva.

Estadísticas de Química General

Los datos del centro de cómputos sobre inscriptos a la asignatura muestran que el 14,14% de los estudiantes que cursan Química General son de Electromecánica, el 19,68% de Química, el 36,95% de Civil y el 29,22% de Industrial. Respecto de los inscriptos desde el año 2012 al 2022 (Figura 3), sin discriminar por carrera ni por cuatrimestre, se observa que hay un crecimiento sostenido en la inscripción a la asignatura, tendencia que se duplicó en 2016 (de 405 a 864) respecto de 2012, y continúa en crecimiento desde entonces.

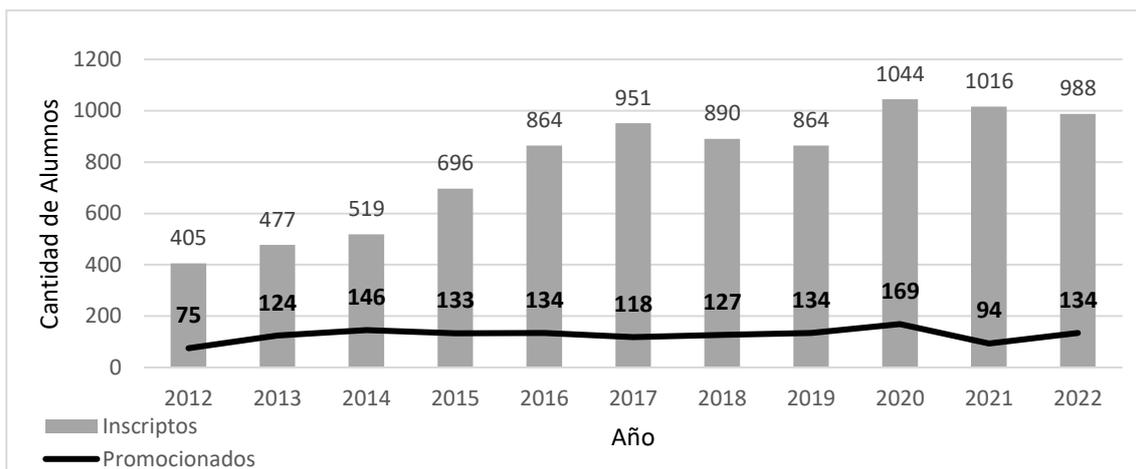


Figura 3. Estudiantes inscriptos y promocionados en Química General de las diferentes carreras de Ingeniería (Período 2012 – 2022)

Respecto a la cantidad de estudiantes promocionados en los últimos diez años (Figura 3), en términos generales se ve una tendencia en aumento del 2014 al 2016, donde se estabiliza con una leve tendencia en baja hasta el 2019, cayendo al mínimo (la mitad) en el 2021, año a partir del cual retoma la tendencia en alza a valores del 2019 (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de promocionados (período 2012 – 2022)

Año	Inscriptos	Promocionados	% Promocionados*
2012	405	75	18,52
2013	477	124	25,99
2014	519	146	28,13
2015	696	133	19,11
2016	864	134	15,51
2017	951	118	12,41
2018	890	127	14,27
2019	864	134	15,51
2020	1044	169	16,19
2021	1016	94	9,252
2022	988	134	13,56

*Los porcentajes consideran el número total de estudiantes inscriptos, sin discriminar carrera, cuatrimestre ni estudiantes recursantes o los que cursan por primera vez.

Esta caída puede explicarse considerando que, así como muchos de los estudiantes que se inscriben no asisten nunca, muchos otros abandonan el cursado de la asignatura sin haber desaprobado los parciales (incluso cuando no rindieron alguno de ellos) y podrían seguir cursando. La situación de abandono es frecuente en estudiantes que se inscriben para cursar cuatro materias por cuatrimestre, y al promediar el mismo, dada la intensidad del régimen promocional, se ven obligados a abandonar el cursado de alguna de ellas. Frecuentemente son los recursantes quienes se inscriben en más de tres materias con el afán de "recuperar el tiempo perdido", ya que, según las encuestas internas, consideran que "como la cursaron antes, ya la saben". Esto ocasiona que vaya incrementando el número de estudiantes recursantes en cada cuatrimestre, y también el número anual de inscriptos a la materia (Zacur Vercellone y Moraga, 2021).

El dictado normal de la materia corresponde al 2° cuatrimestre de 1° año, y el redictado al 1° cuatrimestre. En general se observa mayor cantidad de recursantes en el segundo cuatrimestre que en el de redictado (Tabla 3).

Tabla 3. Cantidad de ingresantes/recursantes por carrera (período 2020 – 2021)

Cuatrimestre	Situación	Civil	Industrial	Química	Electromecánica	Total
1° 2020	Ingresantes	57	25	27	44	153
	Recursantes	110	85	58	74	327
2° 2020	Ingresantes	43	41	31	31	146
	Recursantes	113	68	34	61	276
1° 2021	Ingresantes	33	18	19	17	87
	Recursantes	142	105	58	93	398
2° 2021	Ingresantes	43	49	44	33	169
	Recursantes	150	87	53	72	362

En el primer cuatrimestre (redictado), aumenta el porcentaje de promocionados respecto del segundo (Figuras 4 a y b). Esto puede deberse a que Química es una asignatura cuyos contenidos requieren un tiempo de maduración intelectual que en general excede a los tiempos de dictado que demanda el régimen promocional en un cuatrimestre. Además, en el primer cuatrimestre la cantidad de inscriptos es menor (Tabla 3), lo que mejora la relación docente/alumno por comisión. La excepción de esta tendencia general se registró en el 1° cuatrimestre del 2020, donde el cursado virtual habilitado por la facultad, propició a que se inscriban más estudiantes de lo común.

Históricamente, Ingeniería Civil es la carrera que presenta mayor cantidad de estudiantes que se inscriben y no cursan (NC), que quedan libres (L) y que abandonan (AB) (Figuras 4 a y b). Esto se debe principalmente a que, en esta carrera, la asignatura Química General es correlativa de "Geotecnia", correspondiente al 1° cuatrimestre del 3° año, lo que posibilita que los estudiantes puedan seguir avanzando sin haber promocionado Química. Por eso suele ser la asignatura que abandonan (AB) primero y la que van postergando ya que pueden "seguir avanzando" hasta tercer año. Por este mismo factor, es la carrera que registra la mayor cantidad de estudiantes libres (L), ya que la cursan, pero sin dedicarse mucho ya que, en palabras de

ellos "es la primera opción para abandonar respecto de otras materias que son correlativas de 2º", hecho que también incide en las bajas notas de promoción (P). Esto no sucede en las demás Ingenierías, ya que las correlatividades de la asignatura frenan el avance. En la carrera de Ingeniería Industrial (Plan 1999 de Ing. Industrial Modificación 2008, Res. N° 500-HCD-08), Química General es correlativa de la asignatura "Química para Ingeniería Industrial", correspondiente al 1º cuatrimestre del 2º año. En la carrera de Ingeniería Química es correlativa de "Termodinámica I" y de "Química Inorgánica", ambas correspondientes a 2º año, 1º y 2º cuatrimestre respectivamente. En Ingeniería Electromecánica es correlativa de "Introducción a los circuitos electrónicos" del 1º cuatrimestre de 2º año y de "Termodinámica", del 2º cuatrimestre también de 2º año. Por eso los rendimientos de la asignatura en estas carreras son mejores, es decir tienen menor cantidad de estudiantes en situación AB, NC y L (Zacur Vercellone y Moraga, 2021).

En el 1º cuatrimestre del año 2020 (Figura 4a), de los 480 estudiantes inicialmente inscriptos en la asignatura (Tabla 3), 117 (el 24,6%) promocionaron la materia, 244 (el 50,8%) abandonaron, 31 (el 6,5%) no cursaron y 87 (el 18,13%) quedaron libres. En el 2º cuatrimestre de dicho año, se inscribieron 422 estudiantes de los cuales 52 (el 12,32%) promocionaron la materia, 175 (el 41,47%) abandonaron, 21 (el 4,98%) no cursaron y 174 (el 41,23%) quedaron libres.

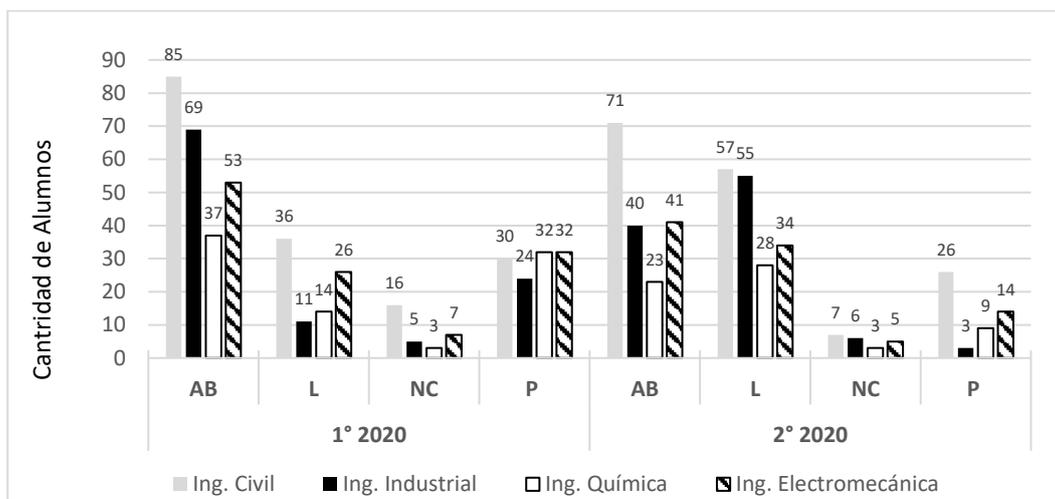


Figura 4a. Situación final por carrera año 2020

En el 1º cuatrimestre de 2021 (Figura 4b) se inscribieron 485 estudiantes en la asignatura, de los cuales 75 (15,46%) promocionaron la materia, 183 (37,73%) abandonaron, 25 (5,15%) no cursaron y 202 (41,65%) quedaron libres. En el 2º cuatrimestre de dicho año, se inscribieron 531 estudiantes de los cuales 24 (4,52%) promocionaron la materia, 137 (25,8%) abandonaron, 38 (7,16%) no cursaron y 332 (62,52%) quedaron libres.

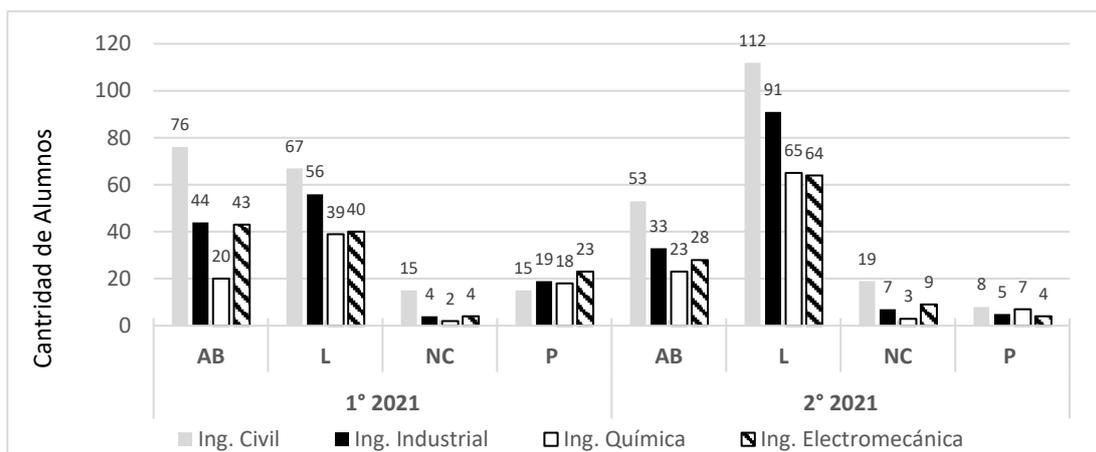


Figura 4b. Situación final por carrera año 2021

Acciones para mejorar el Rendimiento

El análisis comparativo cuatrimestral nos lleva de forma permanente a replantearnos, diseñar e implementar diferentes estrategias con el objetivo de mejorar el rendimiento de los estudiantes en el cursado (Moraga et al., 2020).

La primera de ellas fue la incorporación de otro parcial (2° cuatrimestre de 2015), pensando que evaluar menor cantidad de temas en cada instancia, permitiría a los estudiantes asimilar mejor los contenidos, alcanzar calificaciones más altas y así acceder más fácilmente a la nota de promoción. Dada la notable dificultad en la interpretación y resolución de ejercicios de nomenclatura de compuestos químicos, formulación y estequiometría (Moraga et al., 2008), conceptos que resultan fundamentales para la construcción de saberes y, considerando los objetivos y características de la evaluación formativa tan presente en el régimen promocional, estos temas (correspondientes al Tema 1, Nociones Fundamentales) y el Tema 2 (Estructura Atómica) se evaluaron en el 1° Parcial, la semana posterior al fin de su tratamiento en el cursado. El segundo parcial se realizó una semana después de haber finalizado el Tema V (abordando 3 temas: Estados de la materia, Soluciones y Termoquímica); y el tercero la semana posterior a la finalización del Tema VIII (incluyendo 3 temas: Cinética química y Equilibrio químico, Equilibrio iónico en soluciones acuosas y Electroquímica). Los resultados obtenidos no mostraron mejoras significativas en el rendimiento. Además, dada la complejidad de la logística que implica una instancia más de parcial y su respectiva recuperación (conseguir aulas, consensuar horarios, aumentar correcciones, etc.) para una asignatura de primer año, en el año 2023 se volvió a la modalidad de 2 parciales, donde en cada uno se evalúan 4 temas. El primero se realiza la semana posterior a la finalización del tema IV y el segundo la semana posterior al fin del dictado de la asignatura (Tema VIII).

La segunda intervención fue la incorporación de recursos tecnológicos tales como simuladores y laboratorios virtuales, a través de los cuales, los estudiantes pueden realizar experiencias virtuales propuestas por ellos para luego comparar y analizar los resultados obtenidos con los de las experiencias presenciales, de forma de agilizar la asimilación de conceptos

abstractos antes de rendir una evaluación, mejorar el rendimiento en las mismas y acceder a la nota de promoción. En lugar de la aplicación mecánica y repetitiva de experiencias para comprobar una teoría, se propuso la utilización del método inductivo, donde a partir de ideas previas los estudiantes plantean una situación problemática a ser trabajada en pequeños grupos, de manera que sean protagonistas en la construcción individual y grupal de sus conocimientos. La simple asimilación de información sin la capacidad de relacionarla y aplicarla en la realidad resulta una actividad sin motivación, tediosa e inútil. Por eso parte del objetivo fue enseñar a los estudiantes a observar y cuestionar su propio entendimiento de la realidad, favorecer el pensamiento hipotético deductivo y estimular la investigación para verificar lo observado respecto de los principios teóricos que intervienen. Además, el proceso de elaboración de informes que incluye: el planteo de la situación problema, las hipótesis elaboradas, los conceptos utilizados, las variables consideradas y dificultades presentadas, la socialización e intercambio de las conclusiones entre grupos; es una valiosa instancia de aprendizaje que favorece el pensamiento científico, el desarrollo competencias específicas y sirve como auto evaluación del proceso (Rosales et al., 2014).

La propuesta contempló el abordaje de cada uno de los 8 temas de la asignatura a través de encuentros presenciales sincrónicos y virtuales asincrónicos que incluyeron: autoevaluaciones, cuestionario, redacción de informes, socialización de resultados y ET. En cada caso, la experiencia comenzó con un encuentro sincrónico en el aula, donde se plantearon los problemas del trabajo práctico con la explicación de los conceptos que abarca. En simultáneo se puso a disposición a través de la plataforma Moodle un instructivo de cómo utilizar los simuladores de *phet.colorado* y *Virtual Lab* Seguidamente se realizó una autoevaluación por Moodle, sin ponderación en la fórmula polinómica, sólo para que los estudiantes pudieran estimar su comprensión y adquisición de conocimientos del tema, fomentando el autoaprendizaje y una nota mejor en la ET. Concluida la autoevaluación y usándola como una herramienta de aprendizaje, se realizó una reconfiguración en la revisión de resultados para que la devolución de la información fuera clara y detallada, facilitando la comprensión de los errores cometidos. Finalmente se fomentó la socialización de procesos individuales y la interpretación conjunta de resultados a través de la participación activa en la plataforma Moodle (foros de discusión y debates abiertos de participación individual obligatoria para todos los estudiantes), lo que propició el aprendizaje colaborativo y la construcción colectiva de conocimientos a través de la discusión, interpretación y la reflexión de los procesos y sus resultados.

La mejora del rendimiento en las notas de las evaluaciones y la disminución de la deserción que se observa en el cuatrimestre en que se aplicó esta modalidad (1° 2023) comparado con el respectivo anterior (1° 2022) muestran que la propuesta de trabajo inductivo, basada en el aprendizaje a partir del planteo de problemas integradores aumenta el rendimiento (Figura 5), ya que los conceptos aprendidos son más sólidos y favorecen el desarrollo de competencias autónomas que refuerzan la confianza.

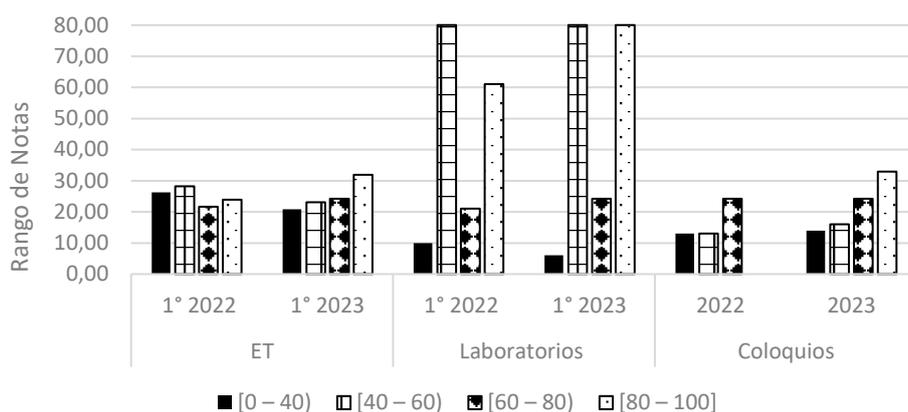


Figura 5. Notas del 1° 2022 (sin intervención) y 1° 2023 (con intervención)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La construcción de conocimientos profundos y su asimilación requiere de hacer cuestionamientos, plantear hipótesis, realizar comparaciones, argumentar y resolver problemas desde la aplicación razonada de saberes para argumentar explicaciones; todas habilidades que se desarrollan aplicando el método inductivo en el proceso de enseñanza aprendizaje. Abordar conceptos conocidos y probados de información fáctica o realizar actividades repetitivas, sin conexión con los problemas del mundo real y público, sientan bases de conocimiento, pero carente de reflexión e internalización por la falta de razonamiento propio. En todas las áreas, repetir puede ser una etapa necesaria para desarrollo de habilidades, pero no implica interpretar, entender ni apropiarse del conocimiento. El modelo por descubrimiento o didáctico constructivista plantea el entendimiento de situaciones generales aplicando contenidos técnicos específicos del campo de la química mediante actividades que los futuros profesionales deberán realizar.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La cátedra de Química General analiza de forma permanentemente sus prácticas en base a los resultados cuatrimestrales internos y a los anuales institucionales. En base a este metanálisis y considerando las dificultades inherentes a una asignatura tan numerosa de primer año basada en la experimentación, se replantea, formula y aplica diferentes estrategias tendientes a mejorar los resultados de rendimiento. Aunque no siempre los cambios implementados mejoren los resultados de la forma esperada, no debemos perder de vista que la educación es un proceso dinámico, más en una disciplina de innovación tecnológica permanente como Química, por eso es nuestra responsabilidad seguir en este camino, más allá de los resultados.

REFERENCIAS

- Dirección General de Cómputos de la Universidad Nacional de Salta (DGC UNSa). 2023.
- Dos Santos, R. J., Saldivar, D. S. y Kornel, J. E. (2023). Una Propuesta Didáctica para Abordar el Desgranamiento y la Deserción en Química General en Carreras de Ingeniería. *Educación en la Química*, 29(02), 86-96.
<https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/168>
- Encuestas internas a los estudiantes de la Cátedra de Química General.
- Estadísticas internas de la Cátedra de Química General.
- Gobierno, A. (2020). Síntesis de Información Estadísticas Universitarias 2018-2019.
- Gobierno, A. (2022). Síntesis de Información Estadísticas Universitarias 2020-2021.
- González Fiegehen, L. E. (2006). Repitencia y deserción universitaria en América Latina. En Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC) (Ed.), *Informe sobre la educación superior en América Latina y el Caribe 2000-2005: La metamorfosis de la educación superior* (1º, pp. 156-168). Editorial Metropolis.
- Moraga, N., Aparicio, M. A., Zacur, S., Aramayo, I., Güizzo, M. V. y Vargas, M.R. (2020). Repensando paradigmas educativos en tiempos de pandemia. *Investigación en Facultades de Ingeniería del NOA – Edición N° 6 2020*. Editorial Científica Universitaria.
- Moraga, N., Valdez, S., Aparicio, M. A., Courtade, T., Serrano, E. y Macoritto, A. (2008). Influencia del curso 'Nomenclatura y Formación de Compuestos Químicos' en Química General. En: *Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA*, pp. 79-84. EUCU UNCa.
- Nina Olivares, M. M. (2019). El problema de la graduación en la Universidad". En: *La universidad y la importancia de la calidad de vida*. pp. 23-41. Editorial HANNE.
- Rosales, M. (2014). Proceso evaluativo: evaluación sumativa, evaluación formativa y Assessment su impacto en la educación actual. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Artículo 662. Puerto Rico.
- Ruiz Collivadino, I. y Moraga, N. (2021). Modalidad virtual en el ingreso a ingeniería 2021. En: Fernández Luco, L. (Ed.) Libro del V CADI, III CLADI y XI CAEDI. Pag 238. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Zacur Vercellone, S. y Moraga, N. (2021). Incidencia del recursado en carreras de primer año de Ingeniería. *Investigaciones En Facultades De Ingeniería del NOA*. 7.
<https://phet.colorado.edu/es/> Ultimo acceso: 29/10/2023.
<https://www.labster.com/simulations.> Ultimo acceso: 29/10/2023

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

EL PREMIO NOBEL DE QUÍMICA 2023

Luz Lastres

Universidad de Buenos Aires

Email: klastres@gmail.com

Recibido: 27/11/2023. Aceptado: 15/12/2023.

Resumen. Se presenta una traducción al español de artículos difundidos en la página web del Premio Nobel. En esta traducción se incluye información referente a las investigaciones realizadas por Mounqi Bawendi, Louis Brus y Alexei Ekimov para el desarrollo y síntesis de puntos cuánticos, por las cuales fueron distinguidos por el Premio Nobel en Química en 2023.

Palabras clave. Premio Nobel, puntos cuánticos, síntesis, caracterización.

The Nobel Prize in Chemistry 2023

Abstract. A Spanish translation of articles disseminated on the Nobel Prize website is presented. This translation includes information regarding the research conducted by Mounqi Bawendi, Louis Brus, and Alexei Ekimov for the development and synthesis of quantum dots, for which they were awarded the Nobel Prize in Chemistry in 2023.

Keywords. Nobel Prize, quantum dots, synthesis, characterization.

Traducción al español de información contenida en:

Science Editors: Peter Brzezinski, Heiner Linke, Johan Åqvist, the Nobel Committee for Chemistry

Text: Ann Fernholm

Translation: Clare Barnes

Illustrations: Johan Jarnestad

Editor: Alicia Hegner

©The Royal Swedish Academy of Sciences

La Real Academia Sueca de Ciencias ha decidido conceder el Premio Nobel de Química 2023 a Mounqi G. Bawendi, Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), Cambridge, MA, EE. UU., Louis E. Brus, Universidad de Columbia, Nueva York, NY, EE. UU. y Alexei I. Ekimov, Nanocrystals Technology Inc., Nueva York, NY, EE. UU.

"por el descubrimiento y síntesis de puntos cuánticos"





Mounji G. Bawendi, nacido en 1961 en París, Francia. Doctorado 1988 de la Universidad de Chicago, IL, EE. UU. Profesor del Instituto de Massachusetts de Tecnología (MIT), Cambridge, MA, EE. UU.



Louis E. Brus, nacido en 1943 en Cleveland, OH, EE. UU. Doctorado en 1969 por la Universidad de Columbia, Nueva York, NY, EE. UU. Profesor de la Universidad de Columbia, Nueva York, NY, EE. UU.



Alexei I. Ekimov, nacido en 1945 en la antigua URSS. Doctorado en 1974 por el Instituto Físico-Técnico Ioffe, San Petersburgo, Rusia. Anteriormente científico jefe de Nanocrystals Technology Inc., Nueva York, NY, EE. UU.

Le agregaron color a la nanotecnología

Moungi G. Bawendi, Louis E. Brus y Alexei I. Ekimov reciben el Premio Nobel de Química 2023 por el descubrimiento y desarrollo de puntos cuánticos. Estas pequeñas partículas tienen propiedades únicas y ahora difunden su luz desde pantallas de televisión y lámparas LED. Catalizan reacciones químicas. y su luz clara puede iluminar el tejido tumoral para un cirujano.

"Toto, tengo la sensación de que ya no estamos en Kansas", es una cita clásica de la película El mago de Oz. Dorothy, de doce años, se desmaya en su cama cuando un poderoso tornado arrasa su casa, pero cuando la casa vuelve a aterrizar y ella sale por la puerta, con su perro Toto en brazos, todo ha cambiado. De repente se encuentra en un mundo mágico en tanticolor.

Si un tornado encantado entrara en nuestras vidas y redujera todo a nanodimensiones, es casi seguro que quedaríamos tan asombrados como Dorothy en la tierra de Oz. Nuestro entorno sería deslumbrantemente colorido y todo cambiaría. Nuestros pendientes de oro brillarían de repente azules, mientras que el anillo de oro en nuestro dedo brillaría con un rojo rubí. Si intentáramos freír algo en la cocina de gas, la sartén podría derretirse. Y nuestras paredes blancas –cuya pintura contiene dióxido de titanio– comenzarían a generar muchas especies reactivas oxigenadas.



©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Figura 1. Los puntos cuánticos nos han brindado nuevas oportunidades para crear luz coloreada.

El tamaño importa en la nanoescala

En el nanomundo, las cosas realmente se comportan de manera diferente. Una vez que se empieza a medir el tamaño de la materia en millonésimas de milímetro, comienzan a ocurrir fenómenos extraños (efectos cuánticos) que desafían nuestra intuición. Todos los premios Nobel de Química de 2023 han sido pioneros en la exploración del nanomundo. A principios de los años 1980, Louis Brus y Alexei Ekimov lograron crear – independientemente uno de otro – puntos cuánticos, que son nanopartículas tan pequeñas que los efectos cuánticos determinan sus características. En 1993, Moungi Bawendi revolucionó los métodos de fabricar puntos cuánticos, lo que hace que su calidad sea extremadamente alta, un requisito previo vital para su uso en la nanotecnología actual.

Gracias al trabajo de los galardonados, la humanidad ahora puede utilizar algunas de las propiedades peculiares del nanomundo. Los puntos cuánticos se encuentran actualmente en productos comerciales y se utilizan en muchos ámbitos científicos y disciplinas, desde la física y la química hasta la medicina, pero nos estamos adelantando. Vamos a descubrir los antecedentes del Premio Nobel de Química 2023.



A quantum dot is a crystal that often consists of just a few thousand atoms. In terms of size, it has the same relationship to a football as a football has to the size of the Earth.

©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Figura 2. Un punto cuántico es un cristal que a menudo consta de unos pocos miles de átomos. En términos de tamaño, tiene la misma relación a una pelota de fútbol que una pelota de fútbol tiene al tamaño de la Tierra.

Durante décadas, los fenómenos cuánticos en el nanomundo fueron sólo una predicción

Cuando Alexei Ekimov y Louis Brus produjeron los primeros puntos cuánticos, los científicos ya sabían que podrían, en teoría, tener características inusuales. En 1937, el físico Herbert Fröhlich había ya predicho que las nanopartículas no se comportarían como otras partículas. Exploró las consecuencias teóricas de la famosa ecuación de Schrödinger, que muestra que cuando las partículas se vuelven extremadamente pequeñas hay menos espacio para los electrones del material. A su vez, los electrones –que son a la vez ondas y partículas – se comprimen entre sí. Fröhlich se dio cuenta de que esto daría lugar a cambios drásticos en las propiedades del material.

Los investigadores quedaron fascinados con esta idea y, utilizando herramientas matemáticas, lograron predecir numerosos efectos cuánticos dependientes del tamaño. También trabajaron para intentar demostrarlos en la realidad, pero era más fácil decirlo que hacerlo porque necesitaban esculpir una estructura que fuera aproximadamente un millón de veces más pequeño que la cabeza de un alfiler.

Pocas personas pensaron que se podrían utilizar los efectos cuánticos

Aun así, en la década de 1970, los investigadores lograron crear dicha nanoestructura. Usando un tipo de haz molecular crearon una capa nanofina de material de recubrimiento encima de un material a granel. Una vez completada, pudieron demostrar que las propiedades ópticas del recubrimiento variaban dependiendo de cuán delgado era, una observación que coincidía con las predicciones de la mecánica cuántica.

Este fue un gran avance, pero el experimento requirió tecnología muy avanzada. Los investigadores necesitaban tanto un vacío ultra alto como temperaturas cercanas al cero absoluto, por lo que pocas personas esperaban que los fenómenos de la mecánica cuántica podrían llegar a tener un uso práctico. Sin embargo, de vez en cuando la ciencia ofrece lo

inesperado y, esta vez, el punto de inflexión se debió a los estudios de un antiguo invento: el vidrio coloreado.

Una sola sustancia puede dar al vidrio diferentes colores

Los hallazgos arqueológicos más antiguos de vidrio coloreado datan de hace varios miles de años. Los vidrieros se abrieron camino para comprender cómo se puede producir vidrio en todos los colores del arco iris.

Agregaron sustancias como plata, oro y cadmio, luego jugaron con diferentes temperaturas para producir hermosos tonos de vidrio.

En los siglos XIX y XX, cuando los físicos comenzaron a investigar las propiedades ópticas de luz, se puso en práctica el conocimiento de los vidrieros. Los físicos podrían utilizar vidrio coloreado para filtrar longitudes de onda de luz seleccionadas. Para optimizar sus experimentos, empezaron a producir vidrio ellos mismos, lo que condujo a importantes ideas. Una cosa que aprendieron fue que una sola sustancia podría resultar en vidrio de colores completamente diferentes. Por ejemplo, una mezcla de seleniuro de cadmio y sulfuro de cadmio podía hacer que el vidrio se volviera amarillo o rojo; en cuál se convertía dependía de cuánto se calentaba el vidrio fundido y cómo se enfriaba. Finalmente, también pudieron demostrar que los colores provenían de partículas que se formaban dentro del vidrio y que el color dependía del tamaño de las partículas.

Este era más o menos el estado del conocimiento a finales de los años 1970, cuando uno de los laureados de este año, Alexei Ekimov, recién graduado de doctorado, comenzó a trabajar en el Instituto Estatal S. I. Vavilov de Óptica en lo que entonces era la Unión Soviética.

Alexei Ekimov mapea los misterios del vidrio coloreado

El hecho de que una sola sustancia pudiera dar lugar a vidrios de diferentes colores interesó a Alexei Ekimov, porque en realidad es ilógico. Si pintas un cuadro en rojo cadmio, siempre será rojo cadmio, a menos que mezcle otros pigmentos. Entonces, ¿cómo podría una sola sustancia producir vidrio de diferentes colores?

Durante su doctorado, Ekimov estudió semiconductores, componentes importantes de la microelectrónica. En este campo, los métodos ópticos se utilizan como herramientas de diagnóstico para evaluar la calidad de los materiales semiconductores. Los investigadores iluminan el material y miden la absorbancia. Esto revela de qué sustancias está hecho el material y qué tan bien ordenada está la estructura cristalina.

Ekimov estaba familiarizado con estos métodos, por lo que comenzó a utilizarlos para examinar vidrios coloreados. Después de algunos experimentos iniciales, decidió producir sistemáticamente vidrio teñido con cloruro de cobre. Calentó el vidrio fundido a un rango de temperaturas entre 500°C y 700°C, variando el tiempo de calentamiento de 1 hora a 96 horas. Una vez que el vidrio se enfrió y endureció, lo radiografió.

Los rayos dispersos mostraron que se habían formado pequeños cristales de cloruro de cobre dentro del vidrio y que el proceso de fabricación afectaba el tamaño de estas partículas. En algunas de las muestras de vidrio tenían sólo unos dos nanómetros, en otros eran hasta 30 nanómetros

Curiosamente, resultó que la absorción de luz del vidrio se veía afectada por el tamaño de las partículas. Las partículas más grandes absorbieron la luz de la misma manera que lo hace normalmente el cloruro de cobre, pero cuanto más pequeñas eran las partículas, más azul era la luz que absorbían. Como físico, Ekimov estaba bien familiarizado con las leyes de la mecánica cuántica y rápidamente se dio cuenta de que había observado un efecto cuántico dependiente del tamaño (Figura 3).

Esta fue la primera vez que alguien logró producir deliberadamente puntos cuánticos: nanopartículas que causan efectos cuánticos dependientes del tamaño. En 1981, Ekimov publicó su descubrimiento en una revista científica soviética, pero fue de difícil acceso para los investigadores del otro lado de la Cortina de Hierro. Por lo tanto, otro Premio Nobel de Química de este año, Louis Brus, desconocía el descubrimiento de Alexei Ekimov cuando, en 1983, fue el primer investigador del mundo en descubrir los efectos cuánticos dependiente del tamaño en partículas que flotan libremente en una solución.

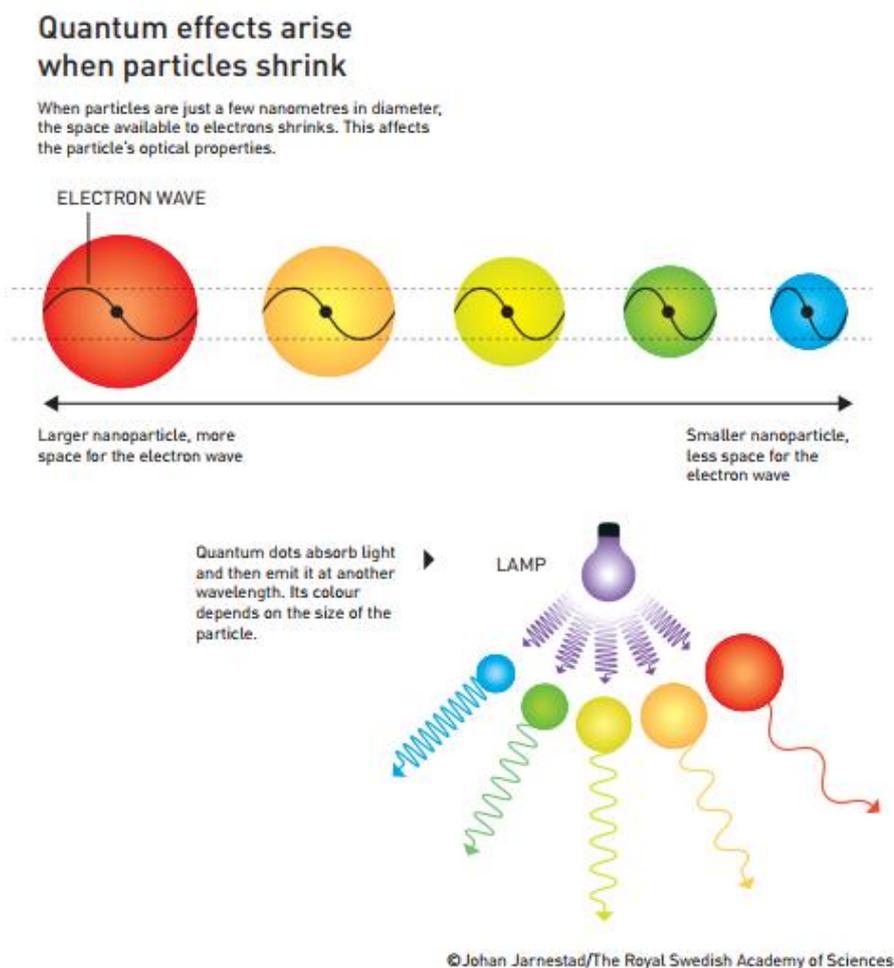


Figura 3. Surgen efectos cuánticos cuando las partículas se encogen. Cuando las partículas tienen sólo unos pocos nanómetros de diámetro, el espacio disponible para los electrones se reduce. Esto afecta las propiedades ópticas de la partícula. Los puntos cuánticos absorben luz y luego la emiten en otra longitud de onda. Su color depende del tamaño de la partícula.

Brus demuestra que las extrañas propiedades de las partículas son efectos cuánticos

Louis Brus trabajaba en los Laboratorios Bell en Estados Unidos, con el objetivo a largo plazo de hacer que las reacciones químicas se produzcan usando energía solar. Para lograrlo, utilizó partículas de sulfuro de cadmio, que pueden capturar la luz y luego utilizar su energía para impulsar reacciones. Las partículas estaban en una solución y Brus las hizo muy pequeñas porque esto le daba un área más grande en la que las reacciones químicas podrían tener lugar; cuanto más se mueve un material, mayor será la superficie que quedará expuesta a sus alrededores.

Mientras trabajaba con estas diminutas partículas, Brus notó algo extraño: sus propiedades ópticas cambiaban después de haberlas dejado en la mesa del laboratorio por un tiempo. Supuso que esto podría deberse a que las partículas habían crecido, por lo que para confirmar sus sospechas produjo partículas de sulfuro de cadmio que tenían apenas unos 4,5 nanómetros de diámetro. Brus luego comparó las propiedades ópticas de estas partículas recién formadas con las de las partículas más grandes, que tenían un diámetro de aproximadamente 12,5 nanómetros. Las partículas más grandes absorbieron luz en las mismas longitudes de onda que el sulfuro de cadmio generalmente lo hace, pero las partículas más pequeñas tuvieron una absorción que se desplazó hacia el azul (Figura 3).

Al igual que Ekimov, Brus comprendió que había observado un efecto cuántico dependiente del tamaño. Él publicó su descubrimiento en 1983 y luego comenzó a investigar partículas formadas a partir de una variedad de otras sustancias. El patrón era el mismo: cuanto más pequeñas eran las partículas, más azul era la luz que absorbían.

La tabla periódica ganó una tercera dimensión

Aquí es donde usted puede sentirse tentado a preguntar: "¿Por qué importa si la absorbancia de una sustancia es ligeramente más hacia el azul? ¿Por qué es eso tan sorprendente?"

Pues bien, los cambios ópticos revelaron que las características de la sustancia habían cambiado por completo. Las propiedades ópticas de una sustancia están gobernadas por sus electrones. Los mismos electrones también gobiernan otras propiedades de la sustancia, como su capacidad para catalizar reacciones químicas o conducir electricidad. Entonces, cuando los investigadores detectaron el cambio en la absorción, entendieron que, en principio, estaban mirando un material completamente nuevo.

Si quieres entender la magnitud de este descubrimiento, puedes imaginar que la tabla periódica de repente ganó una tercera dimensión. Las propiedades de un elemento no sólo se ven afectadas por el número de capas de electrones y cuántos electrones hay en la capa exterior, sino que, a nivel nano, el tamaño también importa. Por lo tanto, un químico que quisiera desarrollar un nuevo material tendría otro factor con el que jugar.

¡Por supuesto que esto hizo cosquillas a la imaginación de los investigadores!

Hubo solo un problema. Los métodos que Brus había utilizado para fabricar nano partículas generalmente resultaban en calidad impredecible. Los

puntos cuánticos son cristales diminutos (Figura 2) y los que podían producirse en aquella época a menudo contenía defectos. También eran de diferentes tamaños. Era posible controlar cómo se formaban los cristales de modo que las partículas tuvieran un tamaño promedio determinado, pero si los investigadores quisieran todas las partículas en una solución tuvieran aproximadamente el mismo tamaño, tenían que clasificarlas después de su fabricación. Este era un proceso difícil que obstaculizó el desarrollo.

Moungi Bawendi revoluciona la producción de puntos cuánticos

Este fue un problema que el tercer Premio Nobel de Química de este año decidió resolver.

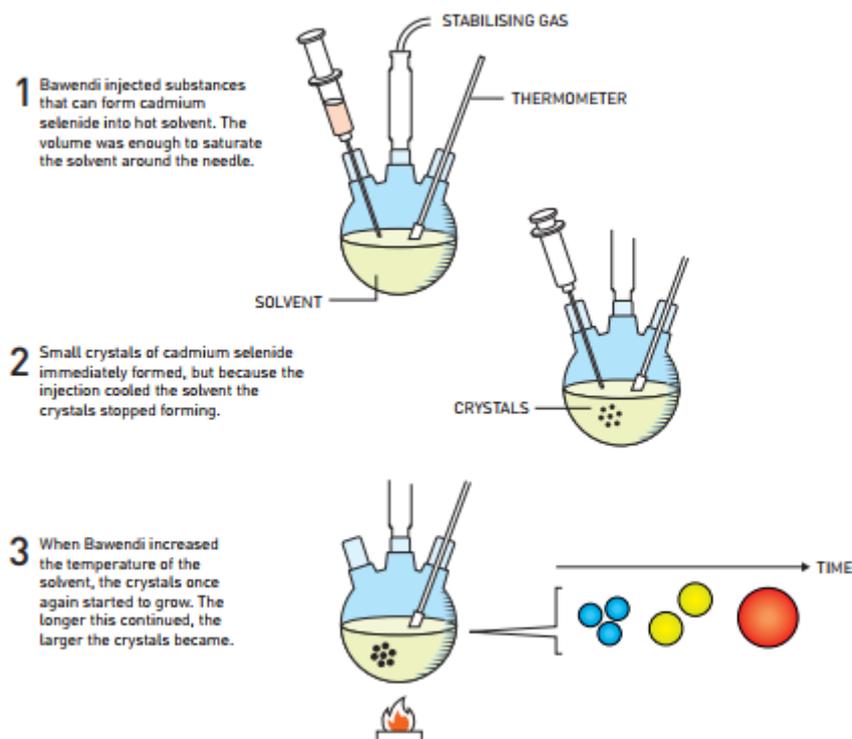
Moungi Bawendi comenzó su formación postdoctoral en el laboratorio de Louis Brus en 1988, donde realizó estudios intensivos. Se estaba trabajando para mejorar los métodos utilizados para producir puntos cuánticos. Utilizando una variedad de solventes, temperaturas y técnicas, experimentaron con una variedad de sustancias para intentar formar nanocristales bien organizados. Y los cristales estaban mejorando, pero todavía no eran lo suficientemente buenos.

Sin embargo, Bawendi no se rindió. Cuando empezó a trabajar como líder de investigación en el Massachusetts Instituto de Tecnología del MIT, continuó sus esfuerzos para producir nanopartículas de mayor calidad. Un gran avance se produjo en 1993, cuando el grupo de investigación inyectó las sustancias que formarían nanocristales en un disolvente calentado y cuidadosamente elegido. Le inyectaron la mayor cantidad de sustancias posible para saturar con precisión la solución, lo que llevó a que comenzaran a formarse simultáneamente pequeños embriones de cristal (Figura 4).

Luego, al variar dinámicamente la temperatura de la solución, Moungi Bawendi y su grupo de investigación logró cultivar nanocristales de un tamaño específico. Durante esta fase, el disolvente ayudó a dar a los cristales una superficie lisa y uniforme.

Los nanocristales que produjo Bawendi eran casi perfectos y dieron lugar a distintos efectos cuánticos. Debido a que el método de producción era fácil de usar, fue revolucionario: cada vez más químicos comenzaron a trabajar con nanotecnología y comenzaron a investigar las propiedades únicas de los puntos cuánticos.

How Mounji Bawendi produced quantum dots



©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Figura 4. Como produjo puntos cuánticos Mounji Bawendi: 1.- Bawendi inyectó sustancias que pueden formar seleniuro de cadmio en solvente caliente. El volumen era suficiente para saturar el solvente alrededor de la aguja. 2.- Inmediatamente se formaron cristales de seleniuro de cadmio, pero debido a que la inyección enfriaba el solvente los cristales dejaban de formarse. 3.- Al aumentar la temperatura del solvente, nuevamente los cristales comenzaron a crecer. Cuanto más continuaba esto mayores se tornaban los cristales.

Las propiedades luminosas de los puntos cuánticos encuentran usos comerciales

Treinta años después, los puntos cuánticos son ahora una parte importante de la caja de herramientas de la nanotecnología y son encontrados en productos comerciales. Los investigadores han utilizado principalmente puntos cuánticos para crear luz coloreada. Si los puntos cuánticos se iluminan con luz azul, absorben la luz y emiten una luz de diferente color.

Modificar el tamaño de las partículas permite determinar exactamente de qué color debería brillar (Figura 3).

Las propiedades luminosas de los puntos cuánticos se utilizan en pantallas de ordenador y televisión basadas en Tecnología QLED, donde la Q significa punto cuántico. En estas pantallas, la luz azul se genera usando los diodos energéticamente eficientes que fueron reconocidos con el Premio Nobel de Física 2014. Puntos cuánticos se utilizan para cambiar el color de parte de la luz azul, transformándola en roja o verde. Esto hace posible producir los tres colores primarios de luz necesarios en una pantalla de televisión.

De manera similar, en algunas lámparas LED se utilizan puntos cuánticos para ajustar la luz fría de los diodos. La luz entonces puede volverse tan energizante como la luz del día o tan calmante como el cálido resplandor de una bombilla atenuada.

La luz de los puntos cuánticos también puede utilizarse en bioquímica y medicina. Los bioquímicos adjuntan puntos cuánticos a biomoléculas para mapear células y órganos. Los médicos han comenzado a investigar el potencial uso de puntos cuánticos para rastrear el tejido tumoral en el cuerpo. En cambio, los químicos utilizan las propiedades catalíticas de puntos cuánticos para impulsar reacciones químicas.

Por lo tanto, los puntos cuánticos están aportando el mayor beneficio a la humanidad y apenas hemos comenzado a explorar su potencial. Los investigadores creen que en el futuro los puntos cuánticos podrán contribuir a la electrónica flexible, sensores minúsculos, células solares más delgadas y quizás comunicación cuántica cifrada. Una cosa es cierta: queda mucho por aprender sobre fenómenos cuánticos sorprendentes. Entonces si hay una Dorothy de 12 años que busca aventuras, el nanomundo tiene mucho que ofrecer.

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

XX REUNIÓN DE EDUCADORES EN LA QUÍMICA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Andrea Silvana Ciriaco

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de Salud. Argentina

E-mail: andrea.ciriaco14@gmail.com

Recibido: 05/12/2023. Aceptado: 18/12/2023.

Resumen. En esta breve reseña, se comparten los principales aspectos de la XX Reunión de Educadores en Química de la República Argentina. La misma fue organizada por ADEQRA y el Departamento de Química de la UNPSJB sede Comodoro Rivadavia y llevada adelante de manera virtual entre el 27 de noviembre y el 1 de diciembre de 2023. En esta edición participaron más de 150 docentes e investigadores de diversas regiones del país y del extranjero. Se presentaron 69 resúmenes en ocho ejes temáticos, abordando investigación educativa y estrategias didácticas, con 17 conferencias plenarias y seis talleres. La iniciativa recibió respaldo de diversas instituciones y culminó con el reconocimiento al Dr. Andrés Raviolo por su destacada contribución a la educación en química.

Palabras clave. REQ, congresos y jornadas, investigación y estrategias educativas.

20th Meeting of Chemistry Educators of the Argentine Republic

Abstract. In this brief overview, the main aspects of the XX Meeting of Chemistry Educators of the Argentine Republic are shared. The event was organized by ADEQRA and the Department of Chemistry of UNPSJB, Comodoro Rivadavia campus, conducted virtually from November 27 to December 1, 2023. Over 150 teachers and researchers from various regions of the country and abroad participated in this edition. Seventy abstracts were presented in eight thematic areas, addressing educational research and didactic strategies, accompanied by 17 plenary conferences and six workshops. The initiative garnered support from various institutions and concluded with the acknowledgment of Dr. Andrés Raviolo for his outstanding contribution to chemistry education.

Keywords. REQ, conferences and events, research and educational strategies.

Durante la semana del 27 de noviembre y el 1 de diciembre de 2023, se llevó adelante la XX Reunión de Educadores en la Química de la República Argentina en modalidad virtual. El evento fue organizado en conjunto por la Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina (ADEQRA) y el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, sede Comodoro Rivadavia. Esta reunión, pensada para compartir saberes y experiencias, es un espacio de actualización y perfeccionamiento docente que posibilita estrechar vínculos entre docentes e investigadores que contribuyan al enriquecimiento mutuo.

En esta oportunidad, la reunión se enmarcó como actividad de extensión de la FCNyCS-UNPSJB bajo la Resolución 1085/23. Fue declarada de interés educativo por el Ministerio de Educación de la provincia de Chubut Expte N° 3700/2023 y de interés institucional por la Facultad de Agronomía y



Agroindustrias de la Universidad Nacional de Santiago del Estero Resolución FAA 853/2023.

También contó con los avales y acompañamiento de las siguientes instituciones: el Ministerio de Educación de la provincia de Chubut, la Asociación Química Argentina (AQA), el Consejo Universitario de Ciencias Exactas y Naturales (CUCEN), la asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de Argentina (ADBIA), la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (APFA), la Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y el Caribe (EDUCALYC), el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) y el Consorcio de Grupos de Investigación de Educación en Ciencias Naturales (CONGRIDEC). A todos ellos nuestro mayor agradecimiento.

La XX REQ convocó más de 150 participantes de todo el país y del extranjero. Docentes e investigadores de dieciocho de las veinticuatro jurisdicciones nacionales participaron de la reunión (Figura 1). También participaron representantes de México, Chile, Brasil, Uruguay y España. Asistieron docentes de todos los niveles educativos, estudiantes de grado y posgrado, investigadores, editores de revistas dedicadas a la enseñanza de la química y de las ciencias, invitados especiales y autoridades de la institución organizadora y las organizaciones acompañantes.

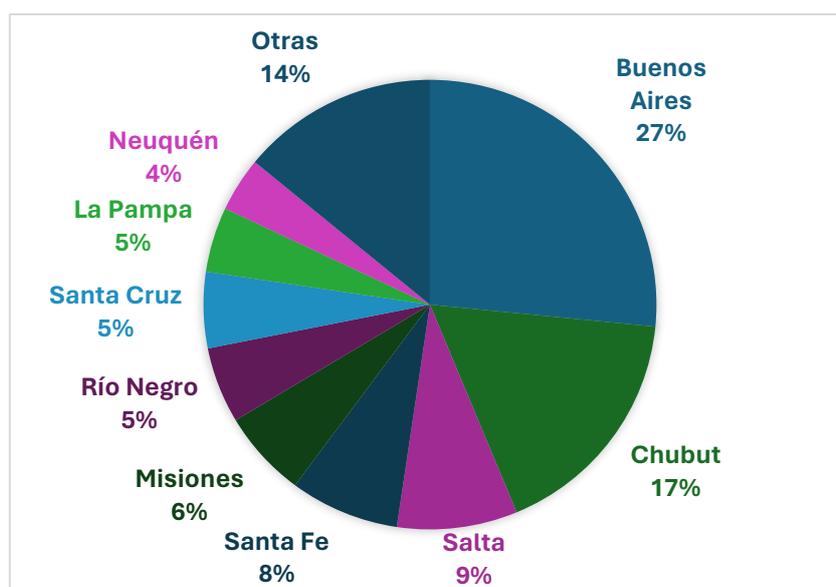


Figura 1. Provincias representadas por docentes y/o investigadores en la XXREQ

El Comité Académico estuvo integrado por veintitrés reconocidos investigadores argentinos y extranjeros cuya tarea fue evaluar los trabajos enviados.

Se presentaron 69 resúmenes enmarcados en los ocho ejes temáticos:

1. Investigación educativa en Química
2. Estrategias didácticas y metodológicas para la enseñanza de la Química en diferentes niveles educativos (universitario, superior, secundario, primario)

3. Articulación entre la enseñanza preuniversitaria y universitaria de la Química
4. Evaluación de los aprendizajes en Química
5. Aprendizaje de la Química en contextos no formales
6. Nuevas tecnologías en la enseñanza de la Química
7. Historia y filosofía de la Química
8. La formación de los Profesores de Química

Siendo los ejes 1, 2 y 8 los que suscitaron una mayor presentación de trabajos (Figura 2).

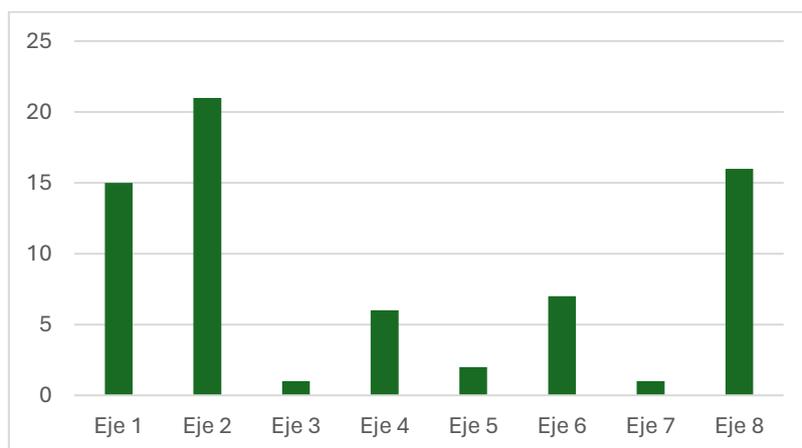


Figura 2. Representación de cantidad de resúmenes por ejes en la XXREQ

Se desarrollaron 17 conferencias plenarias que abarcaron un amplio abanico de intereses en docencia e investigación. Todas las conferencias pueden verse desde el canal de YouTube Unimedia Patagonia de la UNPSJB. El programa sigue en línea en la página <https://sites.google.com/view/xxreq/inicio>.

La Mesa de diálogo de revistas científicas contó con la presencia de los Editores de las revistas Educación Química (UNAM-México) Dra. Aurora Ramos Mejía y Álvaro Chrispino, de la revista EDENLAQ Dra. M. Gabriela Lorenzo y Lic. Germán Sanchez y de la revista Nuevas Perspectivas Dr. Ignacio Idoyaga y Lic. Carolina Antúnez.

Tuvimos la charla de la Dra. Bernardette Saunier Rebori, coordinadora del Programa VocAr (Promoción de Vocaciones Científicas) del CONICET, quien nos compartió los lineamientos y acciones del programa.

Las personas participantes de la XXREQ pudieron acceder a la oferta formativa que se ofreció en el marco de la reunión a partir de seis talleres que se dictaron el martes 28 y jueves 30:

- "Boletos de salida" - Tallerista: Guillermina Yazmín Arellano Salazar.
- "Juegos para el aprendizaje de la Química: Uso de Herramientas informáticas para su implementación" - Talleristas: Sergio Baggio, Christian Bessoni y Dina Judith Carp.
- "Descubriendo la Química en Tres Dimensiones: Diseño e Impresión 3D" - Tallerista: Walter Acosta.

- "El arte de enseñar jugando" - Talleristas: Andrea Farré y Patricia Carabelli.
- "Juegos de escape para el aprendizaje de química" - Tallerista: Dina Carp.
- "Educación inclusiva: Prácticas de enseñanza flexible en las clases de química" - Talleristas: M. de los Ángeles Bizzio, M. Inés Díaz Alonso y Valeria González Luna.

Los resúmenes, tanto de los participantes como de las conferencias y talleres serán publicados en un libro de memorias desde la Editorial de la UNPSJB para estar a disposición de los interesados en general.

Premio Dra. Luz Lastres al "Reconocimiento a la trayectoria y promoción de la enseñanza de la Química"

Desde la XVIII REQ se reserva un momento especial para el reconocimiento a las trayectorias destacadas de aquellos socios que han contribuido grandemente a la Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina (ADEQRA).

En esta oportunidad tuvimos la gran alegría de destacar el trabajo del Dr. Andrés Raviolo de la Universidad Nacional de Río Negro, sede Andina, durante la última jornada de la XX REQ (Figura 3). Andrés Raviolo ha participado en la Asociación desde 1990, manteniendo la actividad de ADEQRA Patagonia desde 1996 con un arduo trabajo de búsqueda y sostenimiento de socios, con el objetivo puesto en el crecimiento de la asociación. Fue durante varios periodos miembro de diferentes Comisiones directivas. Actualmente mantiene la página de Facebook ADEQRA Patagonia que cuenta con 5400 seguidores.



Figura 3. Palabras del Dr. Raviolo durante su reconocimiento el día 1 de diciembre de 2023

El Dr. Raviolo publicó 25 artículos en la Revista Educación en la Química desde 1997 al 2023 y anecdóticamente nos comentó que antes de que la revista fuera digital, él buscaba en la terminal de ómnibus el paquete que se

enviaba periódicamente con revistas y las distribuía a docentes en los colegios y en la universidad. También las enviaba por correo a los distintos docentes de la Patagonia, especialmente a socios de Neuquén, Comodoro Rivadavia, Puerto Madryn, Viedma, El Bolsón y Roca. Actualmente actúa como evaluador de EDENLAQ.

Ha participado en diferentes REQ en todas las modalidades, como presentador de trabajos, tallerista, conferencista, evaluador y como parte del Comité Académico.

Tanto para nosotros como para el Dr. Raviolo, este reconocimiento resulta muy significativo ya que es egresado de la sede Comodoro Rivadavia de la UNPSJB.

Desde el Comité organizador de la XX REQ y la Comisión Directiva de ADEQRA felicitamos al Dr. Andrés Raviolo por la mención y le agradecemos todo el trabajo realizado para el beneficio de la Educación en la Química.

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

CONGRESOS, JORNADAS, SEMINARIOS DE AQUÍ Y DE ALLÁ...

Andrea S. Farré

Universidad Nacional de Río Negro. Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (LIDCiN). San Carlos de Bariloche. Río Negro

asfarr@unrn.edu.ar

Recibido: 26/12/2023. Aceptado: 30/12/2023.

Resumen. Como en todos los números acercamos a nuestros/as lectores/as información sobre los próximos eventos científicos organizadas por ADEQRA y otras instituciones académicas ya sea nacionales e internacionales, incluyendo fechas y enlaces de interés.

Palabras clave. eventos científicos, información, congresos y jornadas.

Congresses, Conferences, Seminars from here and there...

Abstract. As in all issues, we provide our readers with information on upcoming scientific events organized by ADEQRA and other national and international academic institutions, including dates and links of interest.

Keywords. scientific events, information, congresses and conferences.

NARST 2024 ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE: SCIENCE EDUCATION FOR THE REST OF US

Organizado por la National Association of Research in Science Teaching

Presentación de propuestas: hasta el 15 de agosto de 2023

17 al 20 de marzo de 2024, Denver, Colorado, Estados Unidos

<https://narst.org/conferences/2024-annual-conference>

XI CONGRESO DIDÁCTICAS DE LAS CIENCIAS Y XV TALLER INTERNACIONAL SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Organizado por el Ministerio de Educación de la República de Cuba.

Envío de trabajos: hasta el 30 de enero del 2024

Pago de inscripciones: hasta el 24 de marzo del 2024

La Habana, Cuba, 25 al 28 de marzo de 2024

<https://www.didadcien.com/>



VIII CONGRESO INTERNACIONAL DE DOCENTES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y JORNADAS SOBRE INVESTIGACIÓN Y DIDÁCTICAS STEM (CIENCIA, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y MATEMÁTICAS)

Organizado por el Colegio Profesional de la Educación de la Comunidad de Madrid (CDL), la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y el Grupo de Investigación "Epinut" de la UCM.

Inscripción y presentación del resumen de las ponencias: Hasta 16 de enero de 2024

9 al 12 de abril de 2024, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España

<https://www.epinut.org.es/CDC/8/index.htm>

VIII CONGRESO NACIONAL Y VI INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA. LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

Organizado por la Facultad de Ciencias de la Educación (FaCE) de la Universidad Nacional del Comahue

Presentación de resúmenes ampliados: deberá enviarse al mail o mails de la Mesa de Trabajo en la que le interesa participar hasta el día 09/02/2024

11 y 12 de abril de 2024, Cipoletti, Río Negro, Argentina

Informes: congresoinvestigacionface@gmail.com

<https://faceweb.uncoma.edu.ar/>

II ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM QUÍMICA, II COLOQUIO INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS HUMANAS Y NATURALES, I MOSTRA LATINO-AMERICANA DE TECNOLOGIAS APLICADAS À EDUCAÇÃO QUÍMICA (MOLATEQUI)

Organizado por la Rede Latinoamericana de pesquisa em educação em química (RELAPeQ)

Envío de trabajos: Hasta 28 de febrero de 2024

24 al 26 de abril de 2024, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, Brasil

<https://www.even3.com.br/ii-encontro-latino-americano-de-pesquisa-em-educacai-mostra-latino-americana-de-tecnologias-aplicadas-a-educacao-quimica-molatequio-quimica-e-334466/>

V WORKSHOP DE INNOVACIÓN Y TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA Y II CONCURSO. "INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LA ENSEÑANZA"

Organizado por la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA)

Evento gratuito

28 al 30 de mayo de 2024, modalidad virtual

<https://wite.unnoba.edu.ar/>

V WORKSHOP DE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y EXPERIMENTALES (V WIDIC)

Organizado por el Instituto de Investigación y Estudios en Enseñanzas de las Ciencias, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero y el Consorcio de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias Naturales (CONGRIDEC).

29 al 31 de mayo de 2024, Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina

Informes: ijeec.faya.unse@gmail.com

II JORNADAS SOBRE "REFLEXIONES Y EXPERIENCIAS DESDE LA ACCESIBILIDAD Y LA INCLUSIÓN"

Organizadas por el proyecto de extensión Inclusión en Red, la Comisión de Accesibilidad del Departamento de Humanidades y las Subsecretarías de Derechos Humanos y de Inclusión y Accesibilidad de la Universidad Nacional del Sur.

Envío de resúmenes: Hasta 15 de marzo de 2024

30 y 31 de mayo de 2024, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

Informes: jor.accesibilidad.inclusion@gmail.com

<http://www.derechoshumanos.uns.edu.ar/segundas-jornadas-reflexiones-y-experiencias-desde-la-accesibilidad-y-la-inclusion/>

VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS SIEC 2024

Organizado por la Universidad de Vigo.

Envío de comunicaciones: Hasta 31 de marzo de 2024

Inscripciones: Hasta 31 de mayo de 2024

10 a 13 de junio 2024, modalidad virtual

<http://congresos.educacioneditora.net/index.php/SIEC/2024>

IX SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO CTS Y XIII SEMINÁRIO CTS. DESAFIOS DA EDUCAÇÃO CTS E OBJETIVOS DA AGENDA 2030

Organizado por la Associação Ibero-Americana CTS na Educação em Ciência Universidade de Aveiro

8 al 10 de julio de 2024, Aveiro, Portugal

<https://cts.eventqualia.net/pt/2024/inicio/>

27TH IUPAC INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHEMISTRY EDUCATION (ICCE2024) "POWER OF CHEMISTRY EDUCATION FOR ADVANCING SDGs"

Organizado por la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)

Envío de resúmenes: hasta el 29 de febrero de 2024

Pedido de becas: hasta el 31 de enero de 2024

Inscripción temprana: hasta el 31 de mayo de 2024

15 al 19 de julio de 2024, Pattaya, Tailandia

<https://www.icce2024thailand.com/>

28TH BIENNIAL CONFERENCE ON CHEMICAL EDUCATION. DISTILLING SOLUTIONS FOR CHEMICAL EDUCATION

Organizado por la University of Kentucky

Envío de trabajos: Hasta el 28 de febrero de 2024

28 de julio de 2024 al 1 de agosto de 2024, Lexington, Kentucky

<http://bcce.divched.org/>

17TH IHPST BIENNIAL CONFERENCE

Organizado por la Universidad de Buenos Aires

2 al 6 de setiembre de 2024, Buenos Aires, Argentina

<https://ihpst.clubexpress.com/>

XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XXII ENEQ). O ENSINO DE QUÍMICA NA DEFESA DE DIREITOS E INCLUSÃO SOCIAL: AÇÕES E PROPOSTAS PARA O CONTEXTO BRASILEIRO

Organizado por la Universidade Federal do Pará (UFPA) y promovido por la Sociedade Brasileira de Ensino de Química (SBenQ)

Envío de trabajos: Hasta 02 de marzo de 2024

9 al 12 de setiembre de 2024, Belém/Pará, Brasil

<https://www.even3.com.br/xxiieneq/>

X JORNADAS NACIONALES Y VI LATINOAMERICANAS DE INGRESO Y PERMANENCIA EN CARRERAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS 2024 (IPECYT 2024)

Organiza la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe

Envío de trabajos completos: desde 01/03/2024 hasta 27/05/2024

Envío de propuestas de talleres: desde 01/03/2024 hasta 28/06/2024

18 al 20 de setiembre de 2024, Santa Fe, Argentina

<https://ipecyt2024.frsf.utn.edu.ar/>

31 ENCUENTROS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Organizados por el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Burgos y la Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales (ÁPICE)

Incluye 7^{ma} Escuela Doctorado previamente a los Encuentros: 4 al 6 de setiembre 2024 (**Envío de propuestas:** Hasta el 5 de abril de 2024)

Envío de trabajos: de 29 de febrero de 2024

4 al 6 de setiembre 2024, Facultad de Humanidades y Comunicación, Universidad de Burgos (UBU), España

<https://www.31edceburgos.es/>

XXXVI CONGRESO LATINOAMERICANO DE QUÍMICA 2024, XII CONGRESO NACIONAL DE QUÍMICA y V CONGRESO ESTUDIANTIL DE QUÍMICA

Organizado por el Colegio Panameño de Químicos

Recepción de trabajos anticipados (para obtener becas): Hasta 31 de enero de 2024

Recepción de presentaciones orales: Hasta 30 de marzo de 2024

Recepción de trabajos para posters: Hasta 31 de mayo de 2024

Inscripción temprana: Hasta 31 de mayo de 2024

30 de setiembre al 4 de octubre de 2024, Ciudad de Panamá, Panamá.

<https://copaqui.org.pa/claqpanama2024/>

QUIMICUBA 2024, XI CONGRESO INTERNACIONAL DE QUÍMICA, BIOQUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

Organizado por la Sociedad Cubana de Química (SCQ).

Inscripción temprana: Hasta 31 de julio de 2024

4 al 8 de noviembre del 2024, La Habana, Cuba.

<https://www.chemistrycuba.com/>

X JORNADAS INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Y IX JORNADAS DE PRÁCTICA DE LA ENSEÑANZA -XV JORNADAS NACIONALES EN ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA -X CONGRESO INTERNACIONAL EN ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

Organizado por la Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina (ADBiA)

27 al 29 de noviembre de 2024, Córdoba, Argentina

@jornadasiepe @adbia_oficial

<https://adbia.org.ar/>

Pedido de aportes: Si los lectores han participado de algún evento y quieren hacer una reseña del mismo o si quieren difundir alguna reunión científica, pueden escribir a asfarre@unrn.edu.ar

REFERENCIAS

<http://bcce.divched.org/>

<http://congresos.educacioneditora.net/index.php/SIEC/2024>

<http://www.derechoshumanos.uns.edu.ar/segundas-jornadas-reflexiones-y-experiencias-desde-la-accesibilidad-y-la-inclusion/>

<https://adbia.org.ar/>

<https://copaqui.org.pa/claqpanama2024/>

<https://cts.eventqualia.net/pt/2024/inicio/>

<https://faceweb.uncoma.edu.ar/>

<https://ihpst.clubexpress.com/>

<https://ipecyt2024.frsf.utn.edu.ar/>

<https://narst.org/conferences/2024-annual-conference>

<https://wite.unnoba.edu.ar/>

<https://www.31edceburgos.es/>

<https://www.chemistrycuba.com/>

<https://www.didadcien.com/>

<https://www.epinut.org.es/CDC/8/index.htm>

<https://www.even3.com.br/ii-encontro-latino-americano-de-pesquisa-em-educacai-mostra-latino-americana-de-tecnologias-aplicadas-a-educacao-quimica-molatequio-quimica-e-334466/>

<https://www.even3.com.br/xxiieneg/>

<https://www.icce2024thailand.com/>