

Educación en la Química

Volumen 28
Número 2

ISSN 0327-3504

ISSN-en línea 2344-9683

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



2022

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



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*
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*
Raúl Chernikoff *Universidad Nacional de Cuyo, 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*
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 Ciríaco	<i>UNRC</i>
Prosecretaria:	Ana Basso	<i>UNC</i>
Tesorera:	Marcela Susana Altamirano	<i>UNRC</i>
Vocal 1°:	Sandra Hernández	<i>UNS</i>
Suplente:	Gladys Acuña	<i>UNaM</i>
Vocal 2°:	Germán Sánchez	<i>UNL</i>
Suplente:	Andrea Farré	<i>UNRN</i>
Revisores de Cuentas:		
	1°: Carlos Matteucci – Andrés Raviolo	<i>UNRN</i>
	2°: Marina Mansullo	<i>UNC</i>
	3°: Héctor Odetti	<i>UNL</i>

Tabla de Contenidos

Editorial

- Transformaciones y continuidades en la educación en química
María Gabriela Lorenzo y Germán Hugo Sánchez 100-101

Investigación en Didáctica de la Química

Estudio de la Competencia Digital "Comunicación y Colaboración" en Estudiantes de un Profesorado en Química

- Leticia Beatriz Diaz, Nora Edith Herrera, Nora Raquel Nappa y Susana Beatriz Pandiella*
102-110

Desarrollo de Estrategias Cognitivas y Metacognitivas Asociadas al Aprendizaje de la Química en Estudiantes de Ingeniería

- Fabián Buffa, Lucrecia E. Moro, Paola A. Massa, Alejandra Fanovich, Máximo Menna, Vanesa Fuchs y Daniela García Nuñez* 111-122

Cosmética e Interdisciplina: Primeros Pasos de un Escenario Posible

- Sonia A. Farenzena, Catalina Sofía y Sandra A. Hernández* 123-133

Innovación para la Enseñanza de la Química

Fisiología Humana Aplicada a la Enseñanza de la Química Bioinorgánica

- Andrea Fellet y María Gabriela Repetto* 134-144

Una Propuesta Áulica de Enseñanza Remota sobre Divulgación Científica y Pseudocientífica en Tiempos de COVID-19

- Laura Morales, María José Flores y Raúl Pereira* 145-153

La Química como Herramienta Básica en la Interpretación de Diferentes Procesos de Interés Agronómico

- Paola N. Esteves, Micaela A. Sánchez y David H. Riquelme* 154-162

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

La Educación en Química Estuvo Presente en los 30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales

- Alicia Benarroch Benarroch* 162-168

Premio Nobel de Química 2022

- Luz Lastres* 169-179

Congresos, Jornadas, Seminarios de Aquí y de Allá...

- Andrea S. Farré* 180-182

Editorial

TRANSFORMACIONES Y CONTINUIDADES EN LA EDUCACIÓN EN QUÍMICA

El año 2022 vino cargado de nuevas expectativas y de nuevos desafíos. Poco a poco, la educación fue recuperando la presencialidad y se fue entretejiendo de muy diversas maneras con los aprendizajes construidos por el profesorado durante la pandemia. Así aún se observa, tanto en las investigaciones como en las innovaciones, las repercusiones, sobre lo ocurrido en los contextos de enseñanza remota. Es por ello que creemos que estas discusiones y reflexiones son un gran aporte para revisar la enseñanza de la química en estos nuevos escenarios fluidos para lograr un aprendizaje significativo en cada nivel educativo de una disciplina que nos ayuda a comprender e intervenir en el mundo en que vivimos.

Este año fue declarado por la UNESCO¹ *Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible* y por ello, ha sido por tanto, un año especial para la Química. Esta designación reconoce la importancia de estas disciplinas para la humanidad y expresa que: "...el fortalecimiento de la enseñanza de las ciencias básicas es esencial para lograr el desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de las personas en todo el mundo." Como otras ciencias básicas, las aplicaciones de la química son múltiples y variadas para el desarrollo de la industria, de la energía, la agricultura, la medicina, los recursos hídricos, el medio ambiente, las comunicaciones y la cultura contribuyendo al bienestar de las personas y de las sociedades.

Este último número cierra el volumen 28 de la revista *Educación en la Química*, con muchas novedades e interesantes trabajos que contribuyen a la perspectiva del desarrollo sostenible. Incluye seis artículos, una reseña de congreso y una traducción académica. La XIX Reunión de Educadores en la Química (REQ) celebrada en 2021, fue un gran motor para la circulación de información de las problemáticas que atraviesan la enseñanza y el aprendizaje de la química entre investigadores y profesores de química. Es por ello, que algunos de los artículos corresponden a una versión ampliada y revisada de trabajos allí presentados.

En la primera sección, *Investigación en Didáctica de la Química*, se publican tres artículos, el primero indaga sobre las competencias cognitivas y metacognitivas que tienen estudiantes de ingeniería respecto del aprendizaje de la química y el segundo artículo busca conocer las competencias digitales que poseen estudiantes de profesorado, por último, se incluye un trabajo que, a partir de una investigación sobre el uso popular de productos cosméticos, realiza una propuesta didáctica interdisciplinaria.

A continuación, en la sección *Innovación para la Enseñanza de la Química*, se incluyen tres trabajos que muestran diferentes propuestas para las aulas

¹ <https://www.un.org/es/observances/international-years>



de química de nivel secundario y de universidad. Se presentan diferentes enfoques y esperamos que sirvan de inspiración para su aplicación en otros contextos así como para la generación de nuevas propuestas.

Por último, en la sección *La Educación en la Química en Argentina y el Mundo* se presenta la reseña del Encuentro de APICE realizado en Melilla, ciudad española en África. Como en cada segunda parte del año, se reúne información actualizada sobre el Premio Nobel en Química 2022 y la clásica compilación de datos y fechas de congresos y seminarios a ser desarrollados en el primer semestre de 2023.

Esperamos que las páginas de este número les proporcionen nuevas perspectivas para profundizar las transformaciones de nuestras aulas.

A todos nuestros lectores y lectoras les agradecemos su fidelidad con nuestra Revista y aprovechamos para invitarlos a compartir entre colegas sus experiencias y desafíos enfrentados durante este año y plantear sus perspectivas para el año próximo. Aquí van algunas preguntas que esperamos sirvan de inspiración para seguir construyendo conocimiento pensando en la educación química:

¿Cuáles fueron las características y las fortalezas del retorno a la presencialidad? ¿Cuáles fueron los problemas y limitaciones encontrados en estos nuevos escenarios? ¿Pudo articularse el uso de tecnologías con la enseñanza tradicional de la química? ¿Cuáles han sido los desafíos durante el 2022? ¿Cuáles son las expectativas para la enseñanza de la química para el 2023?

Antes de cerrar esta editorial, queremos informarles que desde la publicación del número anterior el Equipo Editorial continuó trabajando denodadamente para mejorar la calidad y la visibilidad nuestra revista. Por eso, nos complace anunciar que ha sido incluida en tres nuevas bases de datos, dos de ellas internacionales: el *Directorio de Indexación de Revistas Científicas (DRJI - Directory of Research Journal Indexing)* y *Latindex Catálogo 2.0*. Y también, en el portal *Malena* dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina. En el último, el Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT-CONICET) evaluó a nuestra revista con el más alto nivel de la resolución 2249/14 CONICET. Estos resultados nos enorgullecen y reviven nuestro compromiso con la Revista y con ADEQRA para seguir trabajando por la comunidad de educadores e investigadores en la Química.

Para terminar, les informamos que a partir del volumen 29, la publicación de la revista se realizará en enero y en julio, logrando así un parámetro de calidad necesario para los índices internacionales. Es por ello que el número 1 del volumen 29 de *EDENLAQ* saldrá en línea en próximo mes de enero de 2023. ¡Nos leemos pronto!

María Gabriela Lorenzo y Germán Hugo Sánchez

Dirección Editorial

Diciembre de 2022

Investigación en didáctica de la Química

ESTUDIO DE LA COMPETENCIA DIGITAL "COMUNICACIÓN Y COLABORACIÓN" EN ESTUDIANTES DE UN PROFESORADO EN QUÍMICA

Leticia Beatriz Diaz, Nora Edith Herrera, Nora Raquel Nappa, Susana Beatriz Pandiella

*Instituto de Investigación en Educación en Ciencias Experimentales (IIECE)
Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Ignacio de la Roza 230 (O).*

E-mail: leticiabeatrizdiaz@gmail.com

Recibido: 29/09/2021. Aceptado: 19/10/2022.

Resumen. Los futuros profesores atraviesan una etapa de formación crítica en contextos de virtualidad forzada, que representa una valiosa oportunidad para encauzar los desafíos de integrar significativamente las TIC a sus aprendizajes promoviendo el desarrollo de competencias digitales. Para conocer el grado de percepción que poseen estudiantes de profesorado en cuanto al desarrollo de la competencia digital "Comunicación y colaboración" logrado en tiempo de pandemia, se les pidió a 42 alumnos del profesorado de Química de una universidad estatal argentina que completen dos instrumentos diseñados para tal fin, uno es un KPSI y otro es un cuestionario sobre usos de TIC. El análisis de los resultados obtenidos de aplicar estos instrumentos da cuenta de una evolución en relación a la mejora de percepción de dicha competencia luego del cursado de las asignaturas que coincide con la etapa de virtualización de la educación durante el 2020.

Palabras clave. competencia digital, estudiantes universitarios, profesorado de Química, percepción.

Study of digital competence "communication and collaboration" in students of initial training of a teacher in chemistry

Abstract. Future teachers go through a stage of critical training in contexts of forced virtuality, which represents a valuable opportunity to address the challenges of significantly integrating ICT into their learning by promoting the development of digital competences. In order to know the degree of perception held by teaching students regarding the development of the digital competence "Communication and collaboration" achieved in time of pandemic, 42 Chemistry teaching students from an Argentine state university were asked to complete two instruments designed for this purpose, one is a KPSI and the other is a questionnaire on ICT uses. The analysis of the results obtained from the application of these instruments shows an evolution in relation to the improvement of the perception of this competence after the completion of the courses that coincides with the stage of virtualization of education during 2020.

Keywords. digital competence, university students, chemistry teacher, perception.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las competencias de educación digital (en adelante competencias digitales) implica integrar los procesos de enseñanza y



aprendizaje a la cultura. Esta necesidad de integración es una de las razones por las cuales las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y las competencias digitales se han transformado en una prioridad para desarrollar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, entendiendo que el docente se transforma en el nexo necesario para promover la alfabetización digital centrada en el aprendizaje de competencias y saberes necesarios para una inserción plena de los alumnos en la cultura contemporánea y la sociedad del futuro (MEyD, 2016).

Valverde Crespo (2018) señala dos aspectos importantes en relación al uso de recursos TIC para el aprendizaje de la Química: a- existe una amplia cantidad de recursos para mejorar el aprendizaje de conceptos de Química, el manejo de información y su comunicación, la autonomía o el clima del aula y b- en relación a lo anterior, es necesario considerar las limitaciones de esos recursos TIC para emplearlos en las aulas de Química, donde el docente es quien debe revisar y seleccionar el recurso, así como reflexionar sobre el cuándo, cómo y de qué forma introducirlo en el aula.

La pandemia causada por el COVID 19 obligó a los sistemas de educación presencial a migrar a sistemas virtuales, generando todo un desafío al cual la universidad no fue ajena. Este es un contexto complejo en el ámbito digital debido a que el sistema universitario no estaba preparado para un desarrollo integral de las actividades académicas de forma virtual, ya sea por el déficit de infraestructura como así también de la alfabetización digital de docentes y estudiantes para el trabajo remoto.

Las competencias digitales propuestas por el Plan Nacional de Educación Digital (2016) son: Creatividad e innovación, Comunicación y colaboración, Información y representación, Participación responsable y solidaria, Pensamiento crítico y Uso autónomo de las TIC.

El Marco de Organización de los Aprendizajes (MOA) establece para la competencia "Comunicación y colaboración: su desarrollo permite a los/las estudiantes entender el ciberespacio como ámbito de socialización, construcción y circulación de saberes, para crear y comunicarse —solos o en colaboración con otros— e interactuar con responsabilidad, creatividad y respeto a la diversidad, a través de múltiples lenguajes de representación. Se vincula con las capacidades de comunicación y de trabajo con otros" (Ministerio de Educación, 2017, 10).

De Pablos y otros (2017) señalan que, en la literatura científica, la percepción de los estudiantes relacionada a la competencia digital está asociada a tres variables: uso personal y social de las TIC, integración de las TIC en las prácticas de los sujetos (internalización) y bienestar emocional con las tecnologías digitales.

El objetivo de este trabajo es conocer el grado de percepción que poseen estudiantes del profesorado de Química, en cuanto al desarrollo de la competencia digital "Comunicación y colaboración".

METODOLOGÍA

La presente investigación es un estudio exploratorio que utiliza como estrategia de investigación un estudio de caso múltiple estratificado de tipo comparativo.

La información requerida para esta investigación se obtuvo de fuentes primarias (alumnos de grado universitario).

La muestra estuvo constituida por 42 estudiantes cuyas respuestas se distribuyeron en tres estratos que corresponden a cada una de las asignaturas del Profesorado de Química seleccionadas para el trabajo de campo. Las asignaturas que conformaron la muestra fueron: *Análisis Matemático* de primer año del área de Formación general del plan de estudios (22 alumnos), *Química Orgánica Aromática* de tercer año del área Formación disciplinar (8 alumnos) y *Práctica y Residencia Docente* de cuarto año del área Formación docente (12 alumnos). Las clases virtuales se desarrollaron en aulas virtuales proporcionadas por el SIED (Sistema Institucional de Educación a Distancia) que crearon los docentes responsables de las mismas. Cabe aclarar que al comienzo de la pandemia ni el SIED ni los docentes estaban preparados todavía para un uso masivo del Campus Virtual. Por ello, mientras se capacitaba a los docentes, se utilizaron alternativamente otras plataformas educativas como Classroom y plataformas de videollamadas (mayormente Zoom y Google Meet). Sumado a lo anterior se observó un desconocimiento sobre el uso de varias aplicaciones informáticas (algunas por ser nuevas y otras por los cambios para adaptarlas a un uso educativo) para las cuales se destinó tiempo didáctico para su enseñanza.

Los instrumentos de recogida de datos fueron dos, denominados Inventario de Conocimientos en recursos tecnológicos (KPSI) y Usos de las TIC – Alumnos, que fueron elaborados para el estudio de las competencias digitales y cumplimentados al finalizar el cuatrimestre. El KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory) ideado por Tamir y Lunetta (1978) es un cuestionario de autorregistro, mediante el cual puede obtenerse información acerca de la percepción que tiene el alumno sobre los diferentes aspectos indagados en el KPSI.

En este trabajo solo se informan los resultados obtenidos para aquellos ítems de ambos instrumentos relacionados con la competencia digital “Comunicación y colaboración”, donde cada estudiante responde de acuerdo al grado de desarrollo que tiene de esa competencia. Se comparan las respuestas para cada cátedra relacionadas a la competencia mencionada, de tres indicadores del KPSI y de tres preguntas del segundo instrumento. Las características específicas, observables y medibles del KPSI consideradas para este trabajo son: a) usar las redes sociales para comunicarse con amigos, b) usar las redes sociales para comunicarme con fines académicos, c) crear y comunicar mensajes incluyendo imágenes, textos, sonidos y simulaciones. Mientras que las tres preguntas del cuestionario Usos de las TIC – Alumnos son: 1) ¿con qué frecuencia intercambias ideas académicas virtuales, con tus compañeros y con tus profesores?, 2) teniendo en cuenta la situación derivada de la pandemia ¿cómo consideras tu formación en TIC

para afrontar las clases virtuales?, 3) indica el grado de satisfacción en las clases virtuales que has participado, en relación con: la frecuencia de comunicación con tus profesores, la realización de trabajos en colaboración y tu participación en foros de consulta, de intercambio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos fueron procesados cuantitativamente y sometidos también, a un proceso de análisis cualitativo que permitió, por un lado, comprender el contexto en el que los estudiantes del profesorado de Química participan, y por otro, advertir la presencia de factores que facilitan y/u obstaculizan el desarrollo de las competencias digitales en las aulas universitarias actuales.

Las autoras de este trabajo seleccionaron tres cátedras a su cargo para el trabajo de campo, donde utilizaron estrategias de enseñanza que entramaron los contenidos disciplinares con el uso de diferentes herramientas tecnológicas, destinando tiempo didáctico al desarrollo de competencias digitales y el planteo de actividades sincrónicas y asincrónicas.

La comunicación se realizó a través de correo electrónico (personal y de la cátedra), como así también por WhatsApp (mensajes y audios) de cada cátedra y aulas virtuales del Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED). Como síntesis de los trabajos realizados con recursos tecnológicos digitales se pueden mencionar: murales, líneas de tiempo, mapas conceptuales, afiches, videos.

a) Resultados KPSI

En este trabajo se informa específicamente sobre la competencia digital "Comunicación y colaboración" lograda en tiempo de la pandemia, para lo cual se solicitó al estudiante que gradúe su respuesta en función de cuatro niveles. El mayor valor se refiere a si es capaz de explicar a un compañero, con esto se ayuda a la toma de conciencia que cuando algo se conoce bien, se ha de ser capaz de verbalizarlo.

Los gráficos 1 a 3 informan los resultados para las cátedras *Análisis Matemático, Química Orgánica Aromática y Práctica y Residencia Docente* respectivamente en relación a los siguientes ítems:

- ❖ a- ... usar las redes sociales para comunicarse con amigos.
- ❖ b- ... usar las redes sociales para comunicarme con fines académicos.
- ❖ c- ... crear y comunicar mensajes incluyendo imágenes, textos, sonidos y simulaciones.

En el gráfico 1, correspondiente a la cátedra *Análisis Matemático*, se observa que los alumnos al inicio del cuatrimestre consideraban que en algún grado sabían *usar las redes sociales para comunicarse*, sin embargo, un número pequeño de ellos al finalizar el cuatrimestre y luego de las actividades realizadas se dieron cuenta que no tenían ese conocimiento, según sus percepciones. En cuanto a *crear y comunicar mensajes incluyendo imágenes, textos, sonidos y simulaciones*, la situación ha mejorado considerablemente al finalizar el cuatrimestre.

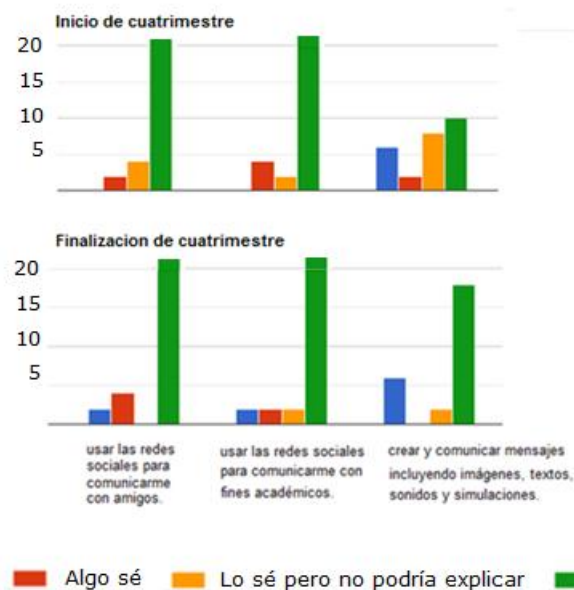


Gráfico 1. Resultados de los ítems del KPSI relacionados con la competencia "Comunicación y colaboración", para la cátedra Análisis Matemático.

En el gráfico 2, correspondiente a la cátedra *Química Orgánica Aromática*, se observa que, al inicio del cuatrimestre, los estudiantes consideraban en su mayoría que sabían y podían explicar el uso de las redes sociales para comunicarse con fines académicos. Sin embargo, un número pequeño de ellos al finalizar el cuatrimestre y luego de las actividades realizadas se dieron cuenta que solo sabían usar las redes sociales para comunicarse pero que no podían explicarlo.

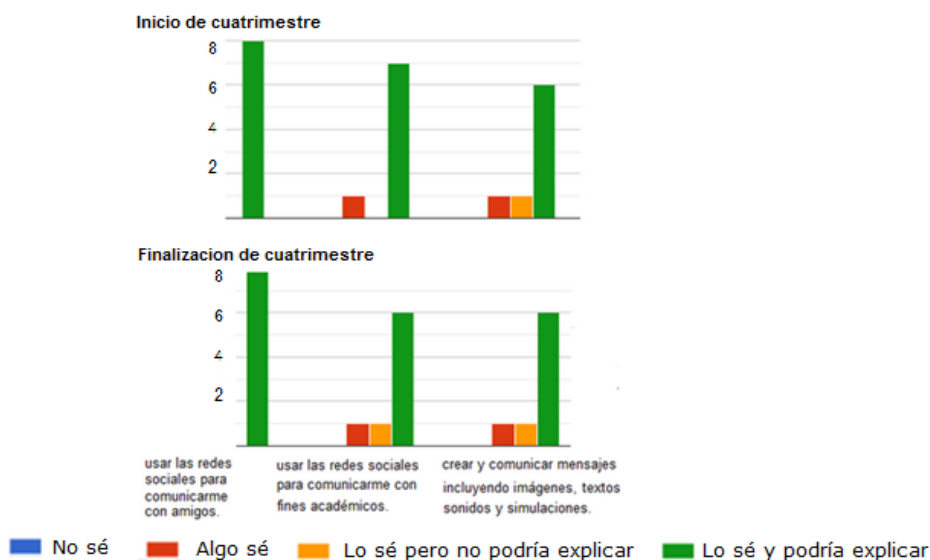


Gráfico 2. Resultados de los ítems del KPSI relacionados con la competencia "Comunicación y colaboración", para la cátedra Química Orgánica Aromática.

En cuanto al último ítem, *crear y comunicar mensajes incluyendo imágenes, textos, sonidos y simulaciones*, los resultados del principio y del final del cuatrimestre son los mismos.

En el gráfico 3, correspondiente a la cátedra *Práctica y Residencia Docente*, se observa que, los alumnos al inicio del cuatrimestre consideraban que *en algún grado saben usar las redes sociales para comunicarse*, sin embargo, un número pequeño de ellos al finalizar el cuatrimestre y luego de las actividades realizadas se dieron cuenta que no tenían ese conocimiento. En cuanto al ítem *crear y comunicar mensajes incluyendo imágenes, textos, sonidos y simulaciones* la percepción de *saber y explicar* ha aumentado durante el cuatrimestre.

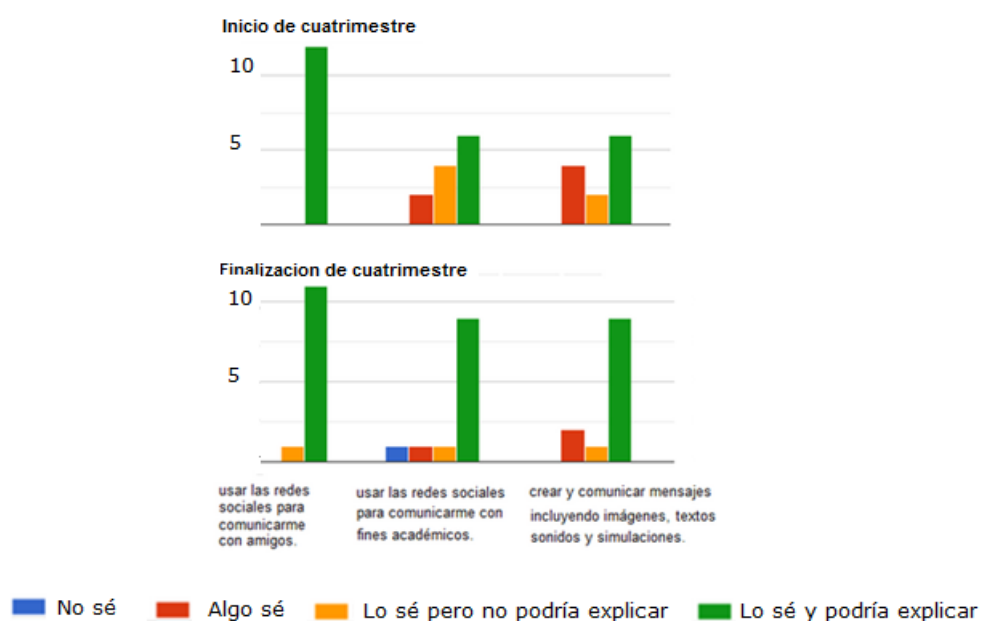


Gráfico 3. Resultados de los ítems del KPSI relacionados con la competencia "Comunicación y colaboración", para la cátedra *Práctica y Residencia Docente*.

b) Resultados Cuestionario Uso TIC - Alumnos

Los gráficos 4 a 6 informan los resultados para las cátedras *Análisis Matemático, Química Orgánica Aromática y Práctica y Residencia Docente* en relación a los ítems 1, 2 y 3, respectivamente.

- ❖ 1- ¿Con qué frecuencia intercambias ideas académicas virtuales, con tus compañeros y con tus profesores?
- ❖ 2- Teniendo en cuenta la situación derivada de la pandemia ¿cómo consideras tu formación en TIC para afrontar las clases virtuales?
- ❖ 3- Indica el grado de satisfacción en las clases virtuales que has participado, en relación con: la frecuencia de comunicación con tus profesores, la realización de trabajos en colaboración y tu participación en foros de consulta, de intercambio.

En el gráfico 4 que corresponde a la pregunta 1, se puede observar que para el *intercambio de ideas con sus compañeros como con sus profesores*, la

frecuencia de la categoría *todos los días* aumenta para los estudiantes que cursan las dos cátedras de años superiores.

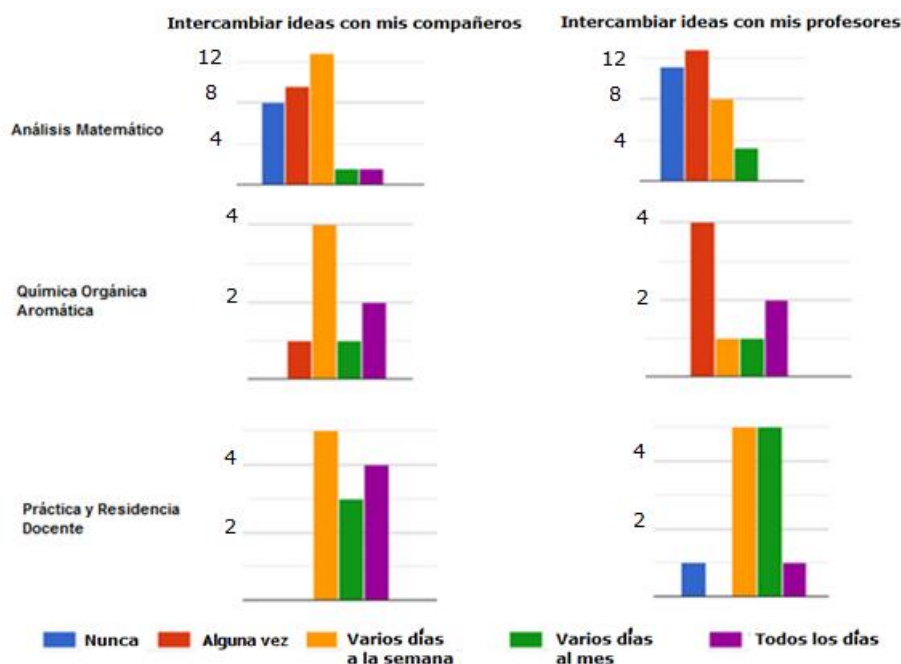


Gráfico 4. Resultados de las respuestas a la pregunta 1- del Cuestionario, para la cada una de las cátedras consideradas

En el gráfico 5, que corresponde a la pregunta 2- *Teniendo en cuenta la situación derivada de la pandemia ¿cómo consideras tu formación en TIC para afrontar las clases virtuales?*, se puede observar que algunos alumnos de primer año (un 9,1%), correspondiente a la cátedra Análisis Matemático, no poseen formación para afrontar clases virtuales, mientras que, para el resto de los años de estudio, los alumnos, poseen alguna formación para afrontar las clases virtuales.

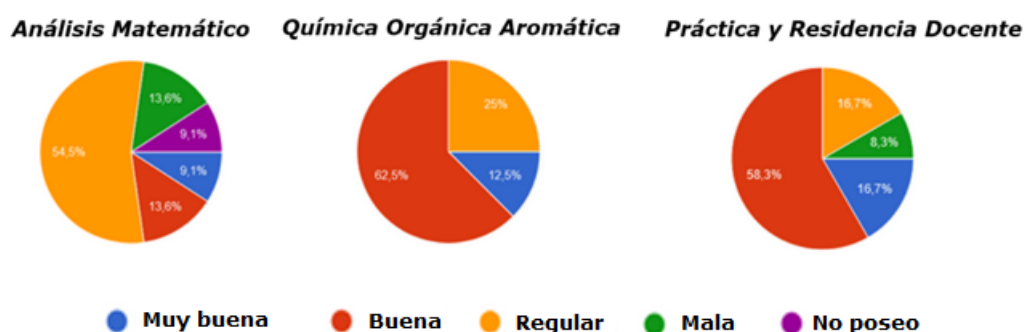


Gráfico 5. Resultados de las respuestas a la pregunta 2- del Cuestionario, para la cada una de las cátedras consideradas

El gráfico 6 que corresponde al ítem 3 - *Indica el grado de satisfacción en las clases virtuales que has participado, en relación con: la frecuencia de comunicación con tus profesores, la realización de trabajos en colaboración y tu participación en foros de consulta, de intercambio*, muestra que la

diversidad de respuestas depende del año de cursado de los estudiantes que respondieron y también de las actividades desarrolladas en cada una de las cátedras durante el cursado de las mismas, por lo tanto se puede observar un aumento en la frecuencia de la opción *muy satisfecho* para la cátedra de años superiores (Práctica y Residencia Docente es del cuarto año según el plan de estudio vigente).

Los alumnos optaron por una de las cinco categorías desde *No está satisfecho* a *Muy satisfecho*.

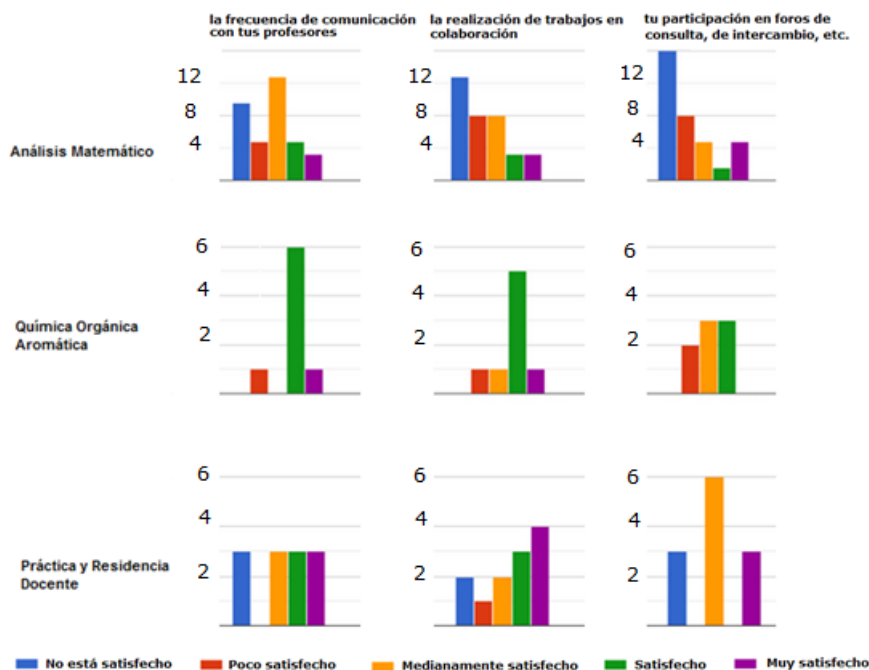


Gráfico 6. Resultados de las respuestas al ítem 3- del Cuestionario para la cada una de las cátedras consideradas

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En el contexto de virtualidad en el que los estudiantes del profesorado de Química participaron del estudio se pudo advertir la presencia de diversos aspectos que obstaculizaron el desarrollo de la competencia "Comunicación y colaboración". A continuación, se indican los aspectos encontrados y las formas remediales para disminuirlos:

- ❖ Recursos informáticos: En algunos estudiantes se observó la falta de recursos informáticos para el desarrollo de las actividades de las cátedras. Esta situación fue paliada en parte con el préstamo de equipos informáticos por parte de la facultad.
- ❖ Conectividad: la facultad proveyó de becas económicas a los estudiantes que lo solicitaron para suministrar conectividad.
- ❖ Prácticas de laboratorios: no fue posible la realización y fueron suplidos por actividades con simulaciones y videos.

El análisis de los resultados obtenidos de aplicar los instrumentos que recopilan información de dos instancias (al inicio y al final del primer cuatrimestre de 2020), da cuenta de una evolución en relación a la mejora de la competencia "Comunicación y colaboración" de acuerdo a las percepciones de los estudiantes luego del cursado de las asignaturas. Esto coincide con la etapa de virtualización de la educación durante el 2020.

Si bien los futuros profesores atraviesan una etapa de formación crítica en estos contextos de virtualidad forzada derivados de la pandemia, estos mismos escenarios representan una valiosa oportunidad para encauzar los desafíos de integrar significativamente las TIC a sus aprendizajes promoviendo a su vez el desarrollo de competencias digitales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De Pablos, J., Colás, P., Conde, J. y Reyes, S. (2017). La competencia digital de los estudiantes de educación no universitaria: variables predictivas. *Bordón. Revista de pedagogía*, 69(1), 169-185. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2016.48594>

Ministerio de Educación (2017). Marco Nacional de Organización de los Aprendizajes para la Educación Obligatoria Argentina. Resolución CFE N° 330/17. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/moa-resolucion_imprensa.pdf

Ministerio de Educación y Deportes de la Nación (2016). Competencias de Educación Digital. 1a ed. Buenos Aires. Dirección de Educación Digital y Contenidos Multiplataforma, Educ.ar S. E. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005452.pdf>

Tamir, P. y Lunetta, V. M. (1978). An Analyst of laboratory activities in the BSCS Yellow version. *The American Biology Teacher*, 40(6), 353-357. <https://doi.org/10.2307/4446267>

Valverde Crespo, D. (2018). *Competencia digital de estudiantes de física y química en Educación Secundaria Obligatoria un estudio diagnóstico en el área de información sobre la temática de las reacciones químicas*. [Tesis de Doctorado Universidad de Murcia]. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/61779>

Investigación en didáctica de la Química

DESARROLLO DE ESTRATEGIAS COGNITIVAS Y METACOGNITIVAS ASOCIADAS AL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Fabián Buffa, Lucrecia E. Moro, Paola A. Massa, Alejandra Fanovich, Máximo Menna, Vanesa Fuchs, Daniela García Nuñez

Grupo de Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de la Ingeniería, Facultad de Ingeniería, UNMDP, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

E-mail: fbuffa@fi.mdp.edu.ar

Recibido: 29/09/2021. Aceptado: 21/11/2022.

Resumen. En este trabajo se indaga el grado de desarrollo de estrategias cognitivas y metacognitivas (ECyM) asociadas al aprendizaje de la Química en estudiantes de ingeniería, mediante un estudio con diseño *ex post facto*. El instrumento utilizado, adaptado del cuestionario de motivación y estrategias de aprendizaje (MSLQ), se administró a 20 estudiantes ingresantes, en 2019, y luego en 2do año en la asignatura Química Orgánica. El análisis estadístico de las respuestas reveló un aumento en el uso de ECyM, aunque éstas no fueron enseñadas deliberadamente. Los resultados son alentadores respecto al desarrollo de ECyM, ya que la tendencia es una disminución del uso de habilidades asociadas a la repetición y el recuerdo, en pos de un aumento del uso de estrategias vinculadas con un mayor procesamiento de la información.

Palabras clave. aprendizaje, autorregulación, estudiantes, ingeniería.

Development of cognitive and metacognitive strategies associated with chemistry learning in engineering students

Abstract. This work investigates the degree of development of cognitive and metacognitive strategies (EC&M) associated with the learning of Chemistry in engineering students, through an *ex post facto* study. The instrument used, adapted from the motivation and learning strategies questionnaire (MSLQ), was administered to 20 incoming students, in 2019, and then in the 2nd year in the Organic Chemistry subject. Statistical analysis of the responses revealed an increase in the use of EC&M, although these were not deliberately taught. The results are encouraging regarding the development of EC&M, since the trend is a decrease in the use of skills associated with repetition and recall, in pursuit of an increase in the use of strategies linked to greater information processing.

Keywords. learning, self-regulation, students, engineering.

INTRODUCCIÓN

Los cambios que se vienen dando en la enseñanza universitaria cada vez demandan en los estudiantes la capacidad de autorregular sus propios aprendizajes, siendo las estrategias metacognitivas uno de sus componentes centrales. Las estrategias metacognitivas hacen referencia a la planificación, control y evaluación por parte de los estudiantes de su propia cognición. Son un conjunto de acciones que realiza el estudiante y que permiten el conocimiento de los procesos mentales, así como el control



y regulación de los mismos con el objetivo de lograr determinadas metas de aprendizaje (Monereo, 1997; Rodríguez, Valle y Núñez, 2014). Estas estrategias están formadas por procedimientos de autorregulación que hacen posible el acceso consciente a las habilidades cognitivas empleadas para procesar la información. Para estos autores, un estudiante que emplea estrategias de control es también un estudiante metacognitivo, ya que es capaz de regular el propio pensamiento en el proceso de aprendizaje (Monereo y Clariana, 1993; Monereo, 1994; Pozo y col., 2006).

En el caso particular de las facultades de ingeniería, se sabe que los estudiantes enfrentan diversas dificultades en el aprendizaje de las asignaturas del núcleo de ciencias básicas y de la ingeniería aplicada (Correia Barreiro y Bozutti, 2017). Esta situación invita a la reflexión sobre la necesidad de pensar nuevas estrategias de enseñanza que faciliten el aprendizaje, no sólo por medio de la construcción del conocimiento, sino también, de la comprensión y autogestión conscientes del propio aprendizaje (Burón, 1996). Una de las competencias que está vinculada a la autogestión consciente del propio aprendizaje son las estrategias cognitivas y metacognitivas. Luego de un rastreo de antecedentes en el tema, se evidencia que existen trabajos que han abordado el problema de la autorregulación del aprendizaje en estudiantes de ingeniería (Capote León, Rizo Rabelo y Bravo López, 2017; Díaz y Agustín, 2018) y, dentro de ellos, específicamente de las estrategias metacognitivas (Arias Barahona y Aparicio, 2020; Miná, Silvestre y Otero, 2021).

Se cuenta con algunos antecedentes que permiten describir el problema, por ejemplo, el estudio que indaga con qué competencia científica ingresan los estudiantes en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (Universidad Nacional del Litoral, Argentina) y con cuál egresan de ella (Falicoff, Odetti y Domínguez Castiñeiras, 2014). Sin embargo, son escasos los diseños que permiten estudiar el desarrollo que se da en las estrategias metacognitivas durante el paso por la universidad. Asumiendo que las estrategias metacognitivas se van desarrollando a lo largo de la vida y que puede tener diferentes niveles de complejidad, resulta de especial interés plantear estudios longitudinales que interpreten la dinámica de construcción de estas estrategias a lo largo del tiempo. En esta oportunidad nos centramos en estudiar el grado de desarrollo de las estrategias cognitivas y metacognitivas que los estudiantes de ingeniería ponen en juego cuando aprenden química durante el primer año de cursada de la carrera. Buscamos, con esto, no solo conocer en qué medida se desarrollan durante el aprendizaje de la química sino también tener datos que nos permitan pensar a futuro posibles propuestas de enseñanza tendientes a desarrollarlas.

FUNDAMENTACIÓN

El presente trabajo busca abordar el objetivo planteado en la introducción adoptando el enfoque desarrollado por Pintrich (2000). Se interpreta el aprendizaje en términos de un modelo que asume una interconexión trídica entre la conducta, los factores personales como la cognición y la motivación, y los acontecimientos contextuales; es decir: las personas, las

conductas y los contextos interactúan de forma recíproca. Partiendo de este acuerdo general, Pintrich propone un modelo de aprendizaje autorregulado (ARA) compuesto por diferentes procesos regulatorios que actúan sobre cuatro áreas (cognición, motivación-afecto, conducta y contexto). Centramos el estudio en la cognición, particularmente en las estrategias cognitivas y metacognitivas como ya mencionamos en la introducción. Pintrich subdivide a estas estrategias en cinco dimensiones que, desde nuestro punto de vista, implican niveles crecientes de complejidad: ensayo, elaboración, organización, pensamiento crítico y autorregulación metacognitiva.

Ensayo: las estrategias básicas de ensayo incluyen recitar o nombrar elementos de una lista a aprender. Estas estrategias se utilizan mejor para tareas simples y activación de información en la memoria a corto plazo en lugar de la adquisición de nueva información en la memoria a largo plazo. Se supone que estas estrategias influyen en la atención y los procesos de codificación, pero no parecen ayudar a los estudiantes a construir conexiones internas entre la información o integrar la información con conocimientos previos.

Elaboración: las estrategias de elaboración ayudan a los estudiantes a almacenar información en la memoria a largo plazo mediante la creación de conexiones internas entre los elementos que deben aprenderse. Las estrategias de elaboración incluyen parafrasear, resumir, crear analogías y tomar notas generativas. Esto ayuda al alumno a integrar y conectar información nueva con conocimientos previos.

Organización: las estrategias de organización ayudan al alumno a seleccionar la información apropiada y también a construir conexiones entre la información que se debe aprender. Algunos ejemplos de estrategias de organización son agrupar, delinear y seleccionar la idea principal en la lectura de pasajes. La organización es un esfuerzo arduo y activo, y resulta en que el alumno se involucre de cerca en la tarea. Esto debería resultar en un mejor rendimiento.

Pensamiento Crítico: el pensamiento crítico se refiere al grado en que los estudiantes reportan la aplicación de conocimientos previos a situaciones nuevas para resolver problemas, tomar decisiones o realizar evaluaciones críticas con respecto a estándares de excelencia.

Autorregulación Metacognitiva: la metacognición se refiere a la conciencia, el conocimiento y el control de la cognición. Nos hemos centrado en los aspectos de control y autorregulación de la metacognición en el cuestionario de motivación y estrategias de aprendizaje (MSLQ), no en el aspecto del conocimiento. Existen tres procesos generales que conforman actividades de autorregulación metacognitivas: planificación, monitoreo y regulación. Las actividades de planificación, como el establecimiento de objetivos y el análisis de tareas, ayudan a activar, o a poner en primer plano, aspectos relevantes del conocimiento previo que facilitan la organización y comprensión del material. Las actividades de monitoreo incluyen el seguimiento de la atención de uno a medida que uno lee, y la autoevaluación y el cuestionamiento: ayudan al alumno a comprender el material e integrarlo con el conocimiento previo. La regulación se refiere al

ajuste fino y al ajuste continuo de las actividades cognitivas. Se asume que las actividades de regulación mejoran el rendimiento al ayudar a los alumnos a verificar y corregir su comportamiento a medida que avanzan en una tarea.

A partir de lo expuesto, se planteó el siguiente objetivo general.

OBJETIVO

Estudiar el grado de desarrollo de *estrategias cognitivas y metacognitivas* que han logrado los estudiantes en el aprendizaje de la química una vez que aprobaron el primer año de carreras de ingeniería.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un estudio correlacional buscando responder si hay un desarrollo de las estrategias cognitivas y metacognitivas en estudiantes de ingeniería durante el primer año de cursada de las carreras. El diseño es *ex post facto*, tipo longitudinal de panel.

Variable en estudio: *Estrategias cognitivas y metacognitivas*. Las cognitivas serían un conjunto de estrategias que se utilizan para aprender, codificar, comprender y recordar la información al servicio de unas determinadas metas de aprendizaje. Mientras que las metacognitivas son las actividades que el estudiante utiliza para gestionar, dirigir, regular y guiar su propio proceso de aprendizaje (García, 2008). La Tabla 1 muestra sus dimensiones.

Tabla 1. Dimensiones de la variable en estudio

	Dimensiones
Estrategias Cognitivas y Metacognitivas	D1-Ensayo D2-Elaboración D3-Organización D4-Pensamiento Crítico D5-Autorregulación Metacognitiva

Instrumento: Se utilizó el cuestionario de motivación y estrategias para el aprendizaje MSLQ, elaborado por Pintrich, Smith, García y McKeachie (1991), dirigido a estudiantes de nivel superior. Este cuestionario, traducido en este trabajo al español, ha sido adaptado en el marco de diversas investigaciones, con buena consistencia interna (Curione et al., 2019, Inzunza et al., 2018; Kanobel y Arce, 2019; Melián y Martín-Gutiérrez, 2018; Rojas-Ospina y Valencia-Serrano, 2021). La validación de nuestra adaptación se realizó con una muestra de 360 estudiantes de la Facultad de Ingeniería, obteniendo una fiabilidad muy buena, con puntuaciones alfa de Cronbach de 0.82 para la sección de Motivación y 0.84 para la sección de Estrategias de aprendizaje. Este cuestionario incluye un total de 81 ítems evaluados en una escala Likert de 7 puntos, desde 1 (totalmente en desacuerdo) a 7 (totalmente de acuerdo). En este trabajo se presentan los resultados obtenidos para la variable de estudio *estrategias cognitivas y*

metacognitivas, que corresponde al bloque de estrategias de aprendizaje del cuestionario mencionado. Esta sección del cuestionario posee 31 ítems.

Participantes: la muestra estuvo compuesta por 20 estudiantes de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos, que en el año 2019 formaron parte de un estudio mayor cuyo objetivo era describir el grado de adquisición de la capacidad de aprender en forma continua y autónoma que tienen los estudiantes ingresantes, y que en el año 2020 se encontraban cursando la asignatura de segundo año Química Orgánica.

Procedimiento de recolección y análisis de datos: El cuestionario se administró a los estudiantes en dos oportunidades, cuando se encontraban cursando 1er año (2019) y posteriormente cursando 2do año (2020), pidiéndoles que se situaran en el aprendizaje de las asignaturas de química al responderlo. A partir de esto, se realizaron análisis de estadística descriptiva para comparar los resultados obtenidos. Los detalles de cada análisis se presentan en el siguiente apartado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las respuestas obtenidas del cuestionario en ambas oportunidades (1er año y 2do año de cursado), se elaboró para cada uno de ellos una matriz, y se contabilizaron las respuestas con valor de 1 al 7 (escala Likert del instrumento), para todas las preguntas asociadas a cada una de las 5 dimensiones.

Con los valores obtenidos en cada matriz, se construyó un gráfico de frecuencias, con la frecuencia expresada en forma porcentual para cada dimensión de manera global. En la Figura 1 se muestra la frecuencia porcentual de las respuestas dadas en 1er año y en la Figura 2 las correspondientes al 2do año.

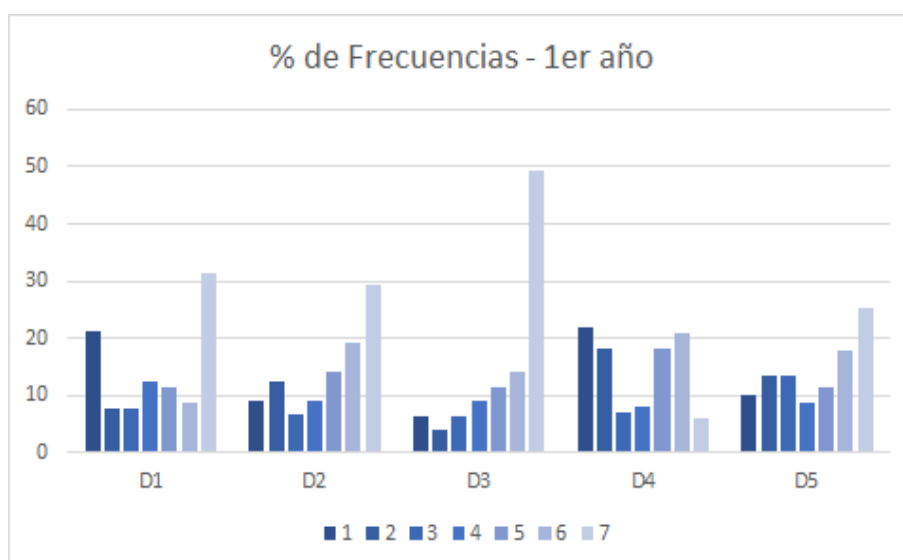


Figura 1. Frecuencias porcentuales de respuestas dadas por los estudiantes en el primer año de sus estudios.

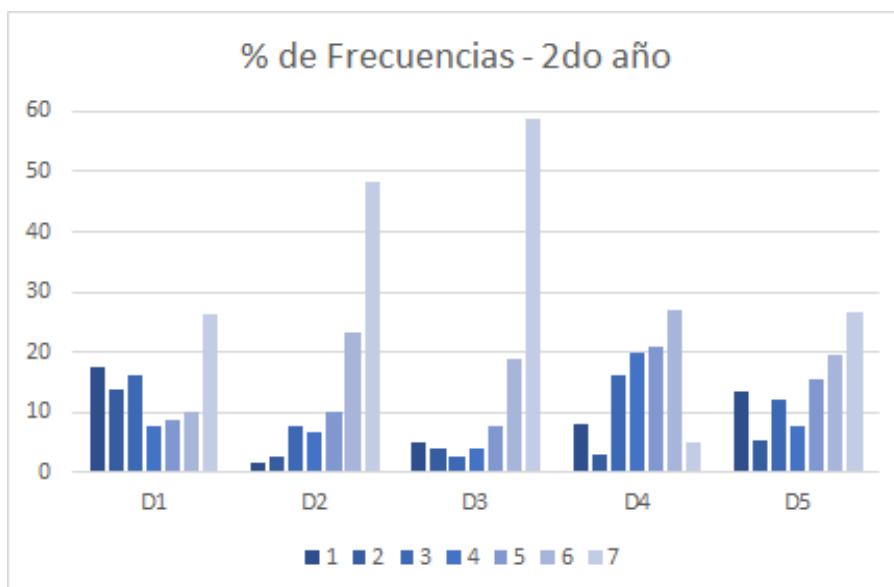


Figura 2. Frecuencias porcentuales de respuestas dadas por los estudiantes en el segundo año de sus estudios.

Se realizó también una matriz de diferencias, restando las respuestas que dio cada estudiante, a cada uno de los ítems del instrumento en segundo año y en primer año. Sobre esta nueva matriz, se calculó el promedio de las diferencias registradas considerando las respuestas de todos los estudiantes, para todos los ítems de cada una de las dimensiones indagadas. Estos valores promedio generales por dimensión se reportan en la Figura 3, correspondiente a un gráfico de cajas y bigotes (Streit y Gehlenborg, 2014). Este gráfico consiste en una caja rectangular, donde los lados más largos muestran el *recorrido intercuartílico*. Este rectángulo está dividido por un segmento que indica donde se posiciona la mediana y por lo tanto su relación con los cuartiles primero y tercero. Esta caja se ubica a escala sobre un segmento que tiene como extremos los valores mínimo y máximo de la variable (*bigotes*). Este diagrama de cajas y bigotes es útil para visualizar los grupos de datos numéricos obtenidos, lo cual indica la tendencia hacia valores superiores dentro de la escala Likert de respuestas, como también proporciona información con respecto a la simetría o asimetría de la distribución de la variable.

Las cruces dentro de cada una de las cajas muestran el valor promedio de las distintas dimensiones. Se observa que para la dimensión 1 este promedio es negativo mientras que para el resto es positivo.

Por otra parte, se calculó un promedio global de diferencias, tomando en cuenta el cambio en las respuestas para la totalidad de los 31 ítems, sin distinguir dimensión. Dado que el máximo valor posible a obtener de diferencia es 2,5 (7-4,5, valor correspondiente al promedio de partida), el valor global obtenido (0,43), evidencia un cierto grado de desarrollo para la muestra en su conjunto, aunque está lejos de ser el máximo posible. Recuperando la información de los gráficos de las figuras 1 y 2, parece ser, en principio, que este progreso se explica fundamentalmente por las dimensiones 2 y 4.

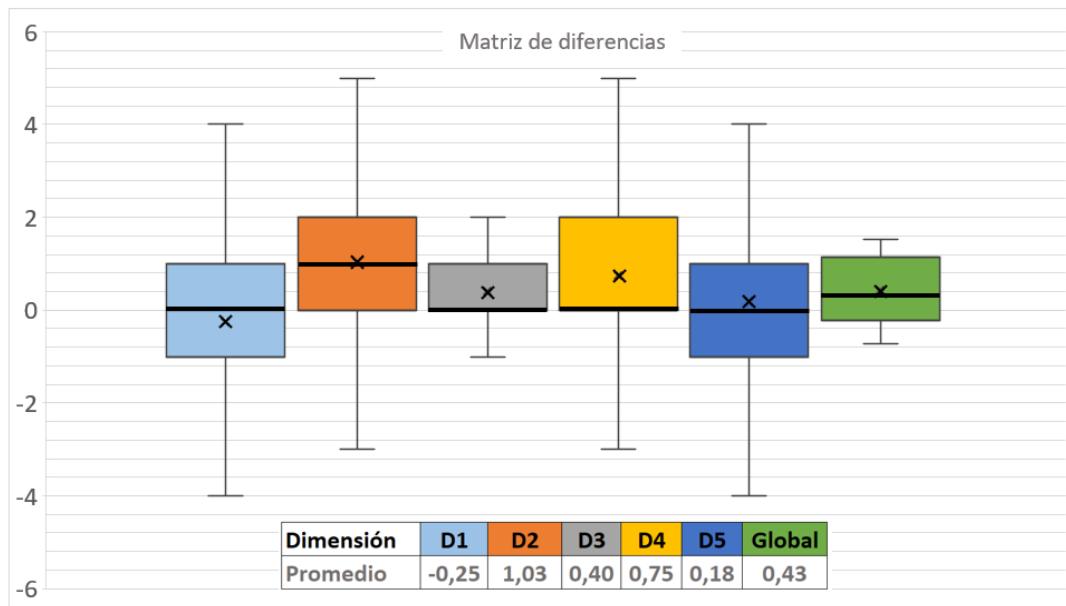


Figura 3. Diagrama de cajas de las diferencias en las respuestas para cada dimensión, promedios de diferencias por dimensión y promedio global.

A partir de los resultados obtenidos se pueden describir los cambios en cada una de las dimensiones:

Dimensión "Ensayo" (D1): para esta dimensión se observa que las respuestas que dieron los estudiantes cursando su primer año de estudio están polarizadas hacia los extremos; es decir, se encuentran mayoritariamente respuestas de 1 y 7 (con un porcentaje levemente superior para las respuestas 7). Y cuando se encontraban cursando el segundo año esta polarización en las respuestas disminuyó, observándose mayor distribución en las frecuencias de respuestas. Esto se complementa con lo que indica el promedio de las diferencias registradas entre las respuestas dadas en primero y segundo año (Figura 3), cuyo valor es pequeño y negativo (-0.25). Solo para esta dimensión se registró un promedio de diferencias con signo negativo, que da cuenta de una progresión hacia respuestas con valores más bajos en la escala Likert. No obstante, no se lo considera un retroceso. Frente a consignas como "Cuando estudio para esta clase, practico diciéndome el material una y otra vez" o "Hago listas de términos importantes para este curso y memorizo las listas", entendemos que el abandono de estas prácticas, a veces muy recurridas en la escuela secundaria, permite a los estudiantes reemplazarlas por otras que favorecen la memoria a largo plazo y permiten alcanzar un aprendizaje más significativo.

Dimensión "Elaboración" (D2): en este caso se observa, tanto en el primer año de estudio como en el segundo, frecuencias crecientes hacia valores más altos en la escala (más cercanas al valor 7). Esto se ve todavía más intensificado para el segundo año, con un fuerte predominio de las respuestas con valor 7 en la escala Likert. El promedio de las diferencias registradas en este caso alcanzó el valor positivo más alto de todas las dimensiones (1,03); esto confirma la tendencia que surge de la

comparación de las Figuras 1 y 2, que indica un notorio aumento del uso de estrategias de elaboración, luego de haber cursado el primer año de la carrera.

A diferencia de la dimensión anterior, las estrategias vinculadas a la elaboración buscan establecer vinculaciones entre los nuevos conocimientos y los ya aprendidos, favoreciendo la memoria a largo plazo que promoverá el aprendizaje autónomo. Si al aumento observado en el valor promedio de las diferencias en esta dimensión sumamos la baja encontrada en igual medición para la dimensión anterior, podríamos concluir que los estudiantes abandonaron unas prácticas para reemplazarlas por otras, claramente superadoras. Los enunciados "Cuando estudio para esta clase, reúno información de diferentes fuentes, como conferencias, lecturas y discusiones" e "Intento relacionar ideas en este tema con las de otros cursos siempre que sea posible" fueron los que mostraron mayor valor promedio de las diferencias y son representativos de las estrategias preferidas durante el segundo año de estudios en este grupo de estudiantes.

Dimensión "Organización" (D3): La tendencia general observada para esta dimensión, similar a la D2, muestra un predominio de respuestas con valores más altos en la escala. Esta tendencia también se confirma con el valor positivo del promedio de las diferencias registradas (0,40).

Esta dimensión está íntimamente relacionada con la anterior, porque de su aplicación resultarán las conexiones que busca hacer el estudiante para favorecer su aprendizaje. Los ítems que impulsaron la tendencia positiva fueron: "Hago cuadros, diagramas o tablas simples para ayudarme a organizar el material de la asignatura" y "Cuando estudio para esta asignatura, repaso mis apuntes de clase y hago un resumen de conceptos importantes." Se observa el desarrollo de un esfuerzo por parte del estudiante para hacer lo necesario a fin de establecer vinculaciones entre lo aprendido, que lo lleva a involucrarse de manera reflexiva con las tareas realizadas.

Dimensión "Pensamiento Crítico" (D4): de acuerdo con las respuestas dadas por los estudiantes en primer año, el 40% de las mismas se asociaron con no utilizar (o utilizar escasamente) estrategias de pensamiento crítico. Mientras que, en el segundo año, estos casos fueron solo del 11%. La distribución de frecuencias para el segundo año de carrera avanzó, en promedio, hacia valores más altos de la escala. Esta observación coincide con el promedio de las diferencias registradas para esta dimensión, que tomó un valor positivo, y relativamente alto (0,75).

Esta dimensión involucra estrategias para cuestionarse y aplicar los conocimientos previos en situaciones nuevas (solucionar problemas). Debe destacarse que, para primer año, en esta dimensión se registró el promedio más bajo de las cinco dimensiones (con un valor de 3,7 de la escala), que puede asociarse con un uso bajo/moderado de estrategias de pensamiento crítico en los ingresantes. Sin embargo, los estudiantes indicaron un marcado desarrollo de este tipo de estrategias luego de completar el primer año. Las consignas en las que se registraron los cambios positivos más significativos fueron: "Intento jugar con ideas propias relacionadas con lo

que estoy aprendiendo en las asignaturas”, “Cada vez que leo o escucho una afirmación o conclusión en una clase, pienso en posibles alternativas” y “A menudo me encuentro cuestionando cosas que escucho o leo en una asignatura para decidir si las encuentro convincentes”. Se confirma la tendencia observada para la dimensión “Organización”, que muestra una profundización de los estudiantes en el análisis crítico de sus conocimientos y en su aplicación práctica.

Dimensión “Autorregulación Metacognitiva” (D5): para esta última dimensión se visualiza, tanto en el primer año de estudio como en el segundo, una leve tendencia hacia respuestas más altas en la escala. Las diferencias entre ambos gráficos de frecuencia no quedan muy marcadas, lo que también se confirma con el promedio de diferencias reportado en la Figura 3 que, si bien tiene signo positivo, toma un valor pequeño de 0,18.

Para esta dimensión, las estrategias utilizadas se asocian con los procesos de planificación, monitoreo y regulación metacognitiva. El cuestionario utilizado contiene un mayor número de ítems relacionados con este tipo de estrategias, comparado con las otras dimensiones. A pesar de ello, como se indicó previamente, la tendencia general observada para esta dimensión resultó apenas positiva. Luego de que los estudiantes completaron su primer año de estudios universitarios, algunos ítems revelaron un aumento neto, como: “Antes de estudiar a fondo el nuevo material de la asignatura, a menudo lo hojeo para ver cómo está organizado”, “Intento pensar en un tema y decidir lo que se supone que debo aprender de él en lugar de solo leerlo al estudiar”, o “Si los materiales de la asignatura son difíciles de entender, cambio la forma en que los leo”. Mientras que, para otras estrategias hubo una clara disminución en su aplicación (por ejemplo: “Al leer para esta asignatura, invento preguntas para ayudar a enfocar mi lectura” y “A menudo me doy cuenta de que he estado leyendo para la clase, pero no sé de qué se trataba”). De la variabilidad en la tendencia para los diferentes puntos consultados, no se desprende una conclusión definida, lo que podría asociarse con un menor nivel de conciencia en el uso (o de la necesidad de uso) de este tipo de mecanismos de autorregulación.

Por último, si se considera la totalidad de las respuestas en forma global, sin distinción de las dimensiones, se observa que el promedio de las diferencias registradas entre primero y segundo año, es de 0,43. Esto se asocia con un aumento moderado en el uso de estrategias de autorregulación después de un año de estudio universitario.

CONCLUSIÓN

Si se tiene en cuenta que los estudiantes que formaron parte de esta investigación solo cumplieron un año en la facultad, que fue atípico por la modalidad de enseñanza impuesta por la pandemia mundial y que estas estrategias de autorregulación del aprendizaje no fueron deliberadamente enseñadas, los resultados obtenidos podrían considerarse algo alentadores ya que la mayoría de las habilidades mostraron un incremento en su utilización. Dado que en esta oportunidad nos interesó estudiar las estrategias que desarrollaron los estudiantes para el aprendizaje de la química, consideramos que se produjo un desarrollo en las competencias

metacognitivas cuando los estudiantes manifestaron una disminución del uso de habilidades asociadas a la retención y recuerdo de información que implican el trabajo de la memoria a corto plazo en pos de un aumento del uso de estrategias vinculadas con el procesamiento de la información, donde el trabajo con la memoria a largo plazo se vuelve central.

El presente estudio constituyó la primera fase de una investigación que tiene como propósito promover el desarrollo de estrategias metacognitivas en estudiantes de ingeniería, por lo que los pasos siguientes van en ese sentido, planteando estudios de casos en asignaturas específicas de las carreras.

Contribuir al desarrollo de estrategias metacognitivas es contribuir al desarrollo del autoaprendizaje, uno de los ejes que el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2018) considera fundamental en los egresados de estas carreras. Por lo tanto, la formación en las mismas debe ser parte de los planes de la actividad desarrollada por los docentes. Dada la escasa formación para la docencia de una amplia mayoría de docentes de las facultades de ingeniería, especialmente de los años superiores, se debería fomentar su capacitación en estos temas de manera tal que puedan generar estrategias tendientes a favorecer el desarrollo de esta competencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Barahona, R. y Aparicio, A. S. (2020). Conciencia metacognitiva en ingresantes universitarios de ingeniería, arquitectura y ciencias aeronáuticas. *Propósitos y Representaciones*, 8(1), e272.
- Burón, J. (1996) *Enseñar a aprender: Introducción a la metacognición*. Ediciones Mensajero.
- Capote León, G. E., Rizo Rabelo, C. N. y Bravo López, C. G. (2017). La autorregulación del aprendizaje en estudiantes de la carrera Ingeniería Industrial. *Universidad y Sociedad*, 9(2), 44-10.
- CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería). (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo de CONFEDI"*, Ed. Roberto Giordano Lerena y Sandra Cirimelo, Universidad Fasta Ediciones.
- Correia Barreiro, S. y Bozutti, D. F. (2017). Desafíos y dificultades en la enseñanza de la ingeniería a la generación Z: Un caso de estudio. *Propósitos y Representaciones*, 5(2), 127-183.
- Curione, K., Huertas, J. A., Ortuño, V., Gründler, V. y Píriz, L. (2019). Validación del bloque de estrategias de aprendizaje del MSLQ con estudiantes universitarios uruguayos. *Revista Interamericana De Psicología*, 53(1), 66-80.
- Díaz, R. y Agustín, N. (2018). La autorregulación académica en los estudiantes de las carreras de ingeniería civil, en ciencias y sistemas e industrial del Centro Universitario de Oriente-Cunori-. *Revista Ciencia*

Multidisciplinaria CUNORI, 2(1), 29-34.

- Falicoff, C. B., Odetti, H. S. y Domínguez Castiñeiras, J. M. (2014). Competencia científica de estudiantes que ingresan y egresan de la Universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 133-154.
- García, A. (2008). *Incidencia de un enfoque basado en la autonomía de aprendizaje en la adquisición del inglés*. Donostia: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- Inzunza, B., Pérez, C., Márquez, C., Ortiz, L., Marcellini, S. y Duk, S. (2018). Estructura Factorial y Confiabilidad del Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje, MSLQ, en estudiantes universitarios chilenos de primer año. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación-e Avaliação Psicológica*, 2(47), 21-35.
- Kanobel, M. C. y Arce, A. S. (2019). Aula invertida en cursos de carreras STEM: motivación y desempeño académico de los estudiantes. En: N. Moreno Cáceres. (Coomp.). *Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres crítico*, 40-55. Bogotá: Compensar Unipanamericana Fundación Universitaria.
- Melián, J. A. M. y Martín-Gutiérrez, J. (2018). Influencia de la motivación en los enfoques de aprendizaje de los estudiantes de arquitectura al usar objetos de aprendizaje digitales. *Etic@ net. Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 18(2), 216-244.
- Miná, V., Silvestre, M. y Otero, L. (2021). Aprendizaje autorregulado en estudiantes de ingeniería: estrategias de gestión de recursos pedagógicos. *Anales (Asociación Física Argentina)*, 32(1), 32-38.
- Monereo, C. (coord.), Castelló, M., Clariana, M., Palma, M., Pérez, M. L. (1994). *La enseñanza y el aprendizaje de estrategias. Formación del profesorado en estrategias de aprendizaje*. Barcelona: Graó.
- Monereo, C. y Clariana, M. (1993). *Profesores y alumnos estratégicos: Cuando aprender es consecuencia de pensar*. Madrid: Pascal.
- Monereo, C. (1997). *Las estrategias de aprendizaje*. Barcelona: Ed. Edebé.
- Pintrich, P. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. En: M. Boekaerts, P. R. Pintrich y M. Zeidner (Ed.). *Handbook of Self-regulation*, 451-502. San Diego: Academic Press.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T. y McKeachie, W. J. (1991). *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. Ann Arbor: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.
- Pozo, J., Scheuer, N., Pérez, M., Mateos, M., Martín, E. y de la Cruz, M. (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Editorial Grao.
- Rodríguez, S., Valle, A. y Núñez, J. C. (2014). *Enseñar a aprender. Estrategias, Actividades y Recursos Instruccionales*. Madrid: Pirámide.

- Rojas-Ospina, T. y Valencia-Serrano, M. (2021). Estrategias de autorregulación de la motivación de estudiantes universitarios y su relación con el ambiente de clase en asignaturas de matemáticas. *Acta Colombiana de Psicología*, 24(1), 47-62.
- Streit, M. y Gehlenborg, N. (2014). Bar charts and box plots. *Nature methods*, 11(2), 117.

Investigación en didáctica de la Química

COSMÉTICA E INTERDISCIPLINA: PRIMEROS PASOS DE UN ESCENARIO POSIBLE

Sonia A. Farenzena^{1,2}, Catalina Sofía¹, Sandra A. Hernández^{1,2}

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

2 - Instituto de Química del Sur (INQUISUR), Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET, Av. Alem 1253, CP B8000CPB, Bahía Blanca, Argentina.

E-mail: farenzen@uns.edu.ar

Recibido: 07/10/2022. Aceptado: 30/11/2022.

Resumen. Uno de los objetivos de esta investigación fue conocer a través de una encuesta de opinión preliminar, distribuida en un formulario de Google, cuáles son los cosméticos más utilizados, identificar los factores que influyen en su consumo y cuáles son los intereses o preocupaciones de la población en cuanto a su calidad y composición. Entre los cosméticos más utilizados, se seleccionaron los lápices labiales, tanto por sus numerosas cualidades como por su característica de ser absorbidos no sólo por piel sino también por el sistema digestivo. A partir de la información obtenida, otro de los objetivos fue generar propuestas educativas con enfoque CTIAM que se llevarán a cabo en el Seminario "Química Verde y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible". Con estas propuestas se permite que tanto los estudiantes como los docentes en formación y ya formados, acerquen los conocimientos adquiridos en dicho seminario a la comunidad.

Palabras clave: *cosmética, enfoque CTIAM, interdisciplina.*

Cosmetics and interdiscipline: the first steps of a possible scenario

Abstract. One of the aims of this research is to find through a preliminary opinion poll, distributed on a Google form, which are the most used cosmetics, identify the factors that influence their consumption and what are the interests or concerns of the population in terms of their quality and composition. Among the most used cosmetics, lipsticks were selected not only because their positive qualities (aesthetics, social, cultural, etc.) but because they can be absorbed by skin and digestive system. Another aim was to generate educational projects within the areas Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM), that will be developed in "Química Verde y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible" Seminar. The knowledge learned in the seminar will be approached to the community by teachers in training and already trained.

Key words: *cosmetics, STEAM approach, interdiscipline.*

INTRODUCCIÓN

La Real Academia Española (2014), define cosmético (del griego *kosmētikós* 'relativo al adorno') como "Dicho de un producto: Que se utiliza para la higiene o belleza del cuerpo, especialmente del rostro."



El cuidado de la piel y la cosmética forman parte de la vida diaria de las personas. Para ello, desde la antigüedad, distintas civilizaciones han utilizado productos de origen mineral, animal, vegetal y sintético. Aunque el uso de los cosméticos tiene una larga tradición de 5000 años, y particularmente de 3500 para los pintalabios, puede decirse que el empleo generalizado se dio a partir de la finalización de la Segunda Guerra Mundial (González Minero y Bravo Díaz, 2017; Schaffer, 2007).

En este último tiempo se está volviendo cada vez más importante saber qué componentes tienen los productos que consumimos diariamente. Una cantidad creciente de aditivos químicos se ha ido agregando en la formulación de los cosméticos con el fin de potenciar sus cualidades, propiedades y durabilidad (Bilal et al., 2020; Richard, 2021). Estudios realizados indican que la mayoría de los cosméticos, aún aquellos provenientes de marcas reconocidas, contienen ingredientes peligrosos (Parizi et al., 2021). Es realmente alarmante que, en una lista de más de 12 mil ingredientes químicos, industriales y sintéticos incluidos en la formulación de los cosméticos, sólo sean considerados seguros para su uso, menos del 20 % (Bilal et al., 2020).

Uno de los cosméticos más ampliamente utilizados es el lápiz labial ya que su utilización trae numerosos beneficios desde el punto de vista social, psicológico y terapéutico. Sin embargo, algunos de sus componentes son peligrosos para el consumo humano, y se debe tener en cuenta que, al comer, beber o besar a alguien se está ingiriendo parte del cosmético (Lwin et al. 2020, Rasheed et al. 2020). Lwin et al. (2020) informan que durante toda su vida una mujer ingiere de este modo, alrededor de 2,5 kg (4,5 lb) de pintalabios, mientras que Parizi et al. (2021) reportan que este consumo sería de 1,8 kg (4 lb) anuales, en ambos casos, preocupante.

Así, los cosméticos, en particular los labiales, son fuente de materiales potencialmente peligrosos que ingresan al organismo no solo a través de la piel sino también del sistema digestivo. Una exposición a largo plazo de vestigios de metales a través de estos productos inevitablemente causaría riesgos para la salud (Jung et al., 2019). A su vez, Li et al. (2021) indicaron que los niveles de cromo excedían el riesgo aceptable recomendado por la USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) aproximadamente en un 10 % para los pintalabios y en un 25 % para los brillos labiales.

Para proteger al consumidor existen organismos gubernamentales que regulan la fabricación, composición, nombres de los ingredientes, rotulado y publicidad de los cosméticos. En Argentina, la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) regula a los cosméticos a través de la Resolución ex MSyAS N° 155 del año 1998 y se ha ido actualizando permanentemente, habiéndose aprobado en 2019 una "Guía Referencial para la Evaluación de Seguridad de Productos Cosméticos, para la Higiene Personal y Perfumes" (ANMAT, 2019a). Esta reglamentación a su vez está armonizada con las normativas del Reglamento Mercosur (ANMAT, 2019b) del cual nuestro país es estado miembro y con normativas de la Unión Europea (European Commission, 2009).

OBJETIVOS

Uno de los objetivos de esta investigación fue conocer a través de una encuesta de opinión preliminar cuáles son los cosméticos más utilizados, identificar los factores que influyen en su consumo y cuáles son los intereses o preocupaciones de la población en cuanto a su calidad y composición.

Otro objetivo de este trabajo, fue utilizar la información proporcionada por las personas encuestadas, para generar diferentes propuestas educativas aplicadas con un enfoque CTIAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en el Seminario "Química Verde y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible". Dichas propuestas deberán privilegiar la enseñanza de las ciencias integradas, acentuando sus aplicaciones en la vida cotidiana, permitiendo el libre intercambio de ideas entre los estudiantes y fomentando el aprendizaje a partir de actividades en equipo, que luego podrán hacerlas extensivas a la comunidad.

METODOLOGÍA EMPLEADA

El estudio se realizó a través de una encuesta de opinión sobre el uso de cosméticos en la vida diaria, generada mediante un formulario Google difundido a través de las principales redes sociales (WhatsApp, Instagram y Facebook) con el fin de llegar a la mayor cantidad de usuarios de todos los grupos etarios.

La misma consistió en ocho preguntas con opciones múltiples y un espacio en blanco para completar en el caso de que las opciones anteriores no les resultaran adecuadas, con la posibilidad de seleccionar más de una respuesta. La encuesta fue respondida por 244 personas, de entre 18 y 65 años. Los resultados obtenidos fueron analizados y expresados como porcentajes relativos del número total o parcial de personas encuestadas.

RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

Como se indicó en el apartado anterior, la muestra fue de 244 individuos residentes en nuestra ciudad y zonas aledañas, desconociéndose su ocupación o nivel de educación alcanzado y distribuida en 6 grupos etarios. En la Tabla 1 se detalla el número de participantes encuestados clasificados en franjas etarias y el porcentaje que cada franja representa dentro de la muestra. Así, la mayoría de las personas (178 de 244) que respondió a la encuesta fueron jóvenes de hasta 35 años, representando el 73 % de los participantes, mientras que la franja minoritaria corresponde a 56-65 años, representando sólo el 3,7 %. Al respecto, Orazi y Reyes Pontet (2020) hacen referencia a que:

Si bien ha aumentado considerablemente el acceso a servicios digitales de toda la población por las exigencias del teletrabajo o la educación virtual, siguen existiendo importantes barreras estructurales, de tipo tecnológicas, de educación digital, entre otras, que limitan el acceso generalizado a completar una encuesta online. (p. 4)

Tabla 1. Personas encuestadas clasificadas en grupos etarios.

Franja etaria (años)	N° de encuestados	Porcentaje de encuestados
18-23	63	25,8 %
24-29	79	32,4 %
30-35	36	14,7 %
36-45	26	10,7 %
46-55	31	12,7 %
56-65	9	3,7 %

La primera pregunta fue: "¿En qué ocasiones utilizás maquillaje?", pudiéndose seleccionar más de una de las opciones propuestas (cuando voy a trabajar; para sentirme bien; cuando salgo (fiesta, reunión, evento social); no me maquillo; otra). En la Tabla 2 se observan en orden de mayor a menor las cuatro respuestas más citadas.

Tabla 2. Ocasiones de uso de maquillaje más frecuentes.

Posición	Ocasión	N° de opiniones	Porcentaje de respuestas
1	Cuando salgo (evento social)	211	86,5 %
2	Cuando voy a trabajar	74	30,3 %
3	Para sentirme bien	65	26,6 %
4	No me maquillo	11	4,5 %

Como puede notarse, la mayoría de las personas encuestadas se maquilla cuando concurre a algún evento social (86,5%), mientras que el 30,3 % lo hace para ir a trabajar y el 26,6% para sentirse bien. Un 4,5 % declaró no maquillarse.

La segunda pregunta de la encuesta fue: "¿Cuál de los siguientes cosméticos usás habitualmente?", dando como opciones: crema facial, base de maquillaje, pintalabios, sombra de ojos, delineador, máscara de pestañas, otro. En la Tabla 3 se detallan las respuestas obtenidas en orden decreciente de los productos empleados con mayor frecuencia.

Tabla 3. Cosméticos empleados con mayor frecuencia.

Posición	Cosmético	Nº de opiniones	Porcentaje de respuestas
1	Máscara de pestañas	199	81,6 %
2	Delineador	143	58,6 %
3	Pintalabios	140	57,4 %
4	Base de maquillaje	130	53,3 %
5	Sombra de ojos	71	29,1 %
6	Corrector de imperfecciones	21	8,6 %
7	Rubor	7	2,8 %

Se observa que los cosméticos declarados como más utilizados, fueron máscaras de pestañas (alrededor del 82 %) secundados por delineadores y pintalabios (aproximadamente 58%). Nos resultó de gran interés estudiar los lápices labiales por sus numerosas cualidades en lo que respecta a aspectos sociales, psicológicos y terapéuticos. Además, a diferencia de otros cosméticos, no solo se absorben por piel, sino que también ingresan al organismo a través del sistema digestivo. Esto es alarmante ya que en su composición tienen una gran cantidad de aditivos químicos, algunos de ellos potencialmente peligrosos para la salud.

En la Figura 1 se representan, para cada grupo etario, los tres cosméticos más utilizados respecto al número de personas encuestadas.

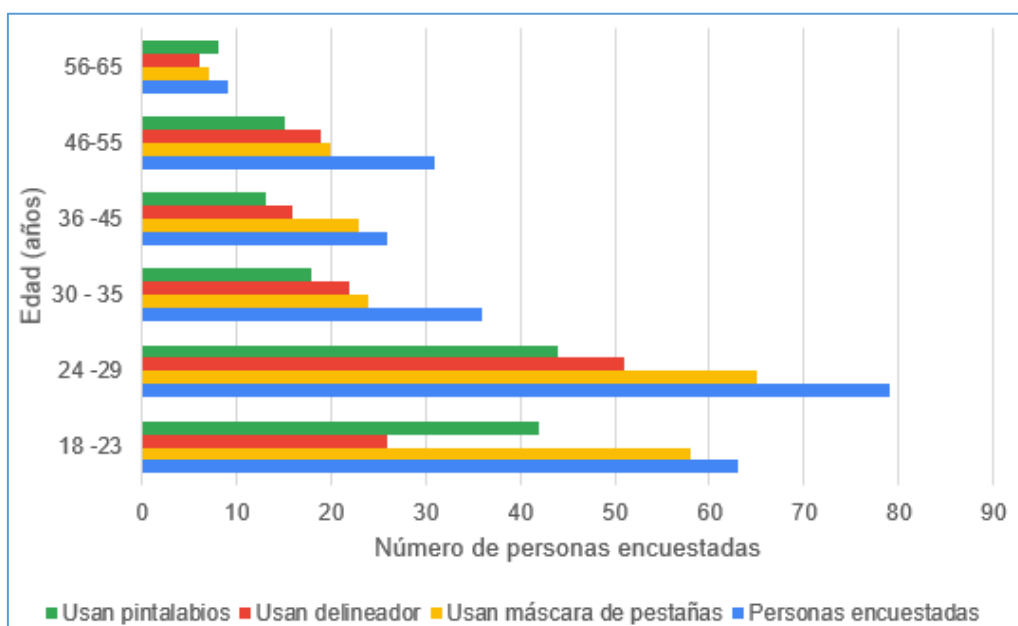


Figura 1. Distribución del uso de pintalabios, delineador y máscara de pestañas según los diferentes grupos etarios y cantidad de personas encuestadas

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos ante la pregunta: "Del o de los productos cosméticos que utilizás, ¿qué marca/s comprás?". Fueron mencionadas en total 47 marcas diferentes, que las autoras codificaron y clasificaron según su valor en el mercado como "gama alta" (14 marcas con un precio superior a \$ 2500), "gama intermedia" (20 marcas, entre \$ 800 y \$ 2000) y "gama baja" (13 marcas cuyo valor es inferior a \$ 800). La mayoría (218 de 244 participantes) afirmó comprar marcas de gama intermedia.

Tabla 4. Gammas de cosméticos preferidas por la población encuestada.

Posición	Gama (relación marca precio)	N° de opiniones	Porcentaje de respuestas
1	intermedia	218	76 %
2	alta	42	15 %
3	baja	26	9 %

En la Figura 2, se muestran los resultados en forma de nube de palabras. Estos se obtuvieron en base a la razón de elección de esas marcas, siendo la mayoría alusivas a la calidad, precio o recomendaciones. La calidad fue el motivo más frecuente para todas las edades (Tabla 5). A partir de los resultados obtenidos en las encuestas, se infiere que la mayoría de las personas busca una buena relación calidad/precio, lo que se confirma al observar que el 76 % de la población de estudio eligió productos de gama intermedia.



Figura 2. Nube de palabras representando los motivos de elección de la marca del cosmético.

Tabla 5. Razón de elección de la marca del cosmético.

Posición	Razón de elección de la marca	Nº de opiniones	Porcentaje de respuestas
1	Calidad	199	81,6 %
2	Precio	116	47,5 %
3	Recomendación	56	22,9 %
4	Hipoalergénica	8	3,3 %
5	Vendedora	7	2,9 %
6	Me gusta	5	2,0 %
7	Vegana	3	1,2 %
8	No testado en animales	1	0,4 %

Respecto a la consulta sobre el padecimiento de alguna reacción adversa debida al uso de un cosmético, el 67 % de las personas encuestadas declaró no haberlas padecido. Esta tendencia varía según el grupo etario, siendo la franja entre 36 y 45 años la que manifestó haber presentado mayor proporción de casos de alergias (50 %).

Cuando se les preguntó si alguna vez habían utilizado cosméticos veganos, es decir, aquellos que no contienen ningún ingrediente de origen animal, (Tabla 6), el 70 % respondió que no, el 23 % respondió afirmativamente y el 7 % manifestó no saber o tener dudas al respecto. Sin embargo, algunos declararon que les interesaría probarlos.

Tabla 6. Consumo de cosméticos veganos.

Posición	Consumió productos veganos	Nº de opiniones	Porcentaje de respuestas
1	No	170	69,7 %
2	Sí	56	22,9 %
3	No sé / no estoy segura/o	18	7,4 %

Por último, se les consultó si al momento de elegir un cosmético les preocupaban sus ingredientes. 109 personas respondieron que sí (45 %) y 135 respondieron que no (55 %), siendo el grupo de menor edad quien menos se preocupa (28,6%) y el grupo de mayor edad el más interesado (77,8%). Sin embargo, entre los que respondieron que no, 17 (13 %) indicaron que eran conscientes de que "debería" preocuparles la composición, pero confesaron que no se sentían capaces de interpretarla.

PROPUESTAS GENERADAS

A partir de los resultados mencionados anteriormente, se generaron propuestas educativas que permitirán mejorar la educación en las áreas Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (CTIAM / STEAM), dentro del Seminario "Química Verde y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible". Este se dicta para las carreras de Profesorado en Química (asignatura optativa de tercero o cuarto año) y Licenciatura en Ciencias Ambientales (asignatura optativa de quinto año), ambas pertenecientes al Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur.

Este enfoque privilegia la enseñanza de las ciencias integradas, con énfasis en sus aplicaciones en la vida cotidiana. Uno de los impactos, sería permitir el libre intercambio de ideas entre los estudiantes y fomentar el aprendizaje a partir de actividades en equipo, que luego pudieran hacerlas extensivas a la comunidad.

Las propuestas educativas se llevarán a cabo de manera interdisciplinar, tal como define Lorenzo (2020, p. 3):

"...conjunto de disciplinas conectadas entre sí y con relaciones definidas, entre las que se establece una relación dialéctica a fin de que, el resultado del desarrollo conjunto de sus actividades conduzca a un producto o idea común."

En tal sentido, la propuesta a los estudiantes dentro del marco del citado Seminario, comprenderá la creación de una PyME, donde se sintetizará un lápiz labial con materiales inocuos y menos contaminantes (para ello, se les proporcionarán distintas formulaciones) con las siguientes condiciones:

- Diseño del empaquetado respetando la normativa vigente.
- Empaquetado reutilizable.
- Generar la menor cantidad de residuos posible.
- Obtener costos, precio de venta y ganancia.
- Crear un perfil en Instagram de la empresa, el cual debe incluir un logo original y varias publicaciones en la citada aplicación que describan el producto generado y sus beneficios para la salud y el medio ambiente.

Además, para que el público general pueda capitalizar la información obtenida a partir de la encuesta, como segunda propuesta, se planea crear un proyecto de extensión. Dentro de este marco, se invitaría a personas de la comunidad local con el fin de compartirles información sobre el rotulado de los cosméticos, listado de ingredientes y sus funciones, potencial peligrosidad de los mismos, legislación, manejo de los residuos, importancia de los vencimientos. Para hacer asequible el conocimiento especializado a los consumidores, participarían a través de la preparación de folletería los estudiantes de ambas carreras, y a través de charlas informativas los docentes ya formados.

A MODO DE CONCLUSIÓN

Con el estudio realizado, se observó que los cosméticos más utilizados por la población encuestada, son máscaras de pestañas, delineador y pintalabios.

Además, se puso en evidencia un desconocimiento generalizado acerca de la composición de los productos cosméticos que se utilizan habitualmente, pero también un creciente interés en aprender al respecto para poder elegir aquellos que sean más saludables y más amigables con el ambiente.

Con las propuestas generadas, se puso en práctica cada área CTIAM:

-Área Ciencias: elaboración de un lápiz labial.

-Área Tecnología: diseño del empaquetado, empaquetado reutilizable.

-Área Ingeniería: mínima generación de residuos posible.

-Área Arte: diseño gráfico del empaquetado, creación de un logo original para las publicaciones en Instagram.

-Área Matemática: obtención de costos, precio de venta y ganancias.

Así, el enfoque CTIAM abre un campo sumamente fértil en cuanto a las propuestas que pueden generarse para acercar a los jóvenes y a la comunidad a estas disciplinas.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Universidad Nacional del Sur el financiamiento del proyecto de investigación acreditado PGI 24/Q113 en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (1998). Resolución ex Ministerio de Salud y Acción Social N° 155. [Archivo PDF]. Consultado en http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Legislacion/Cosmeticos/Resolucion_1998_155.pdf

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (2019a). Disposición DI-2019-2196-APN-ANMAT#MSYD. Anexo I: "Guía Referencial para la Evaluación de Seguridad de Productos Cosméticos, para la Higiene Personal y Perfumes". Consultado en <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/203264/20190314>

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (2019b). Disposición 8079/2019 DI-2019-8079-APN-ANMAT#MSYDS. Anexo I: "Requisitos Técnicos para Productos de Higiene Personal, Cosméticos y Perfumes". Consultado en <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/217994/20191003>

Bilal, M., Mehmood, S. y Iqbal, H. (2020). The beast of beauty: environmental and health concerns of toxic components in cosmetics. *Cosmetics*, 7(1), 13-31. <https://doi.org/10.3390/cosmetics7010013>

- European Commission. (2009). Regulation (EC) N° 1223/2009. Consultada en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:02009R1223-20210823&from=EN>
- González Minero, F. J. y Bravo Díaz, L. (2017). Historia y actualidad de productos para la piel, cosméticos y fragancias. Especialmente los derivados de las plantas. *Ars Pharmaceutica*, 58(1), 5-12. <https://dx.doi.org/10.4321/s2340-98942017000100001>
- Jung, I. H., Kim, J. H., Yoo, Y. J., Park, B. Y., Choi, E. S. y Noh, H. (2019). A pilot study of occupational exposure to pathogenic microorganisms through lip cosmetics among dental hygienists. *Journal of Occupational Health*, 61(4), 297-304. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12047>
- Li Y., Liu Z., Zhang Y., Jiang L., Cai Y., Chen X., Zhou X., Li H., Li F., Zhang J. y Liu C. (2021). Investigation and probabilistic health risk assessment of trace elements in good sale lip cosmetics crawled by Python from Chinese e-commerce market. *Journal of Hazardous Materials*. 405:124279. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124279>
- Lorenzo M. G. (2020). Abordaje interdisciplinar para la enseñanza de las ciencias y la actualización de profesores. *Educación En Ciencias Biológicas*, 5(1), 1-9. <https://doi.org/10.36861/RECB.5.1.2>
- Lwin, T., Myint, C.Y., Win, H.H., Oo, W.W. y Chit, K. (2020) Formulation and Evaluation of Lipstick with Betacyanin Pigment of *Hylocereus polyrhizus* (Red Dragon Fruit). *Journal of Cosmetics, Dermatological Sciences and Applications*, 10, 212-224. <https://doi.org/10.4236/jcdsa.2020.104022>
- Orazi, S. y Reyes Pontet, M. D. (2020). Encuesta virtual PUE: metodología de diseño, difusión y nivel de respuesta. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur; *Documentos de trabajo* (PUE), 11, 3-11-2020; 1-29. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/127023/CONICET_Digital_Nro.16d0a848-7c73-47ac-b3fa-e7e85d6b2909_B.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Parizi, M.G., Sedaghat, Z., Mazloomi, M. y Fararouei M. (2021). Serum level of lead and cadmium is linked to facial cosmetics use among Iranian young women. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(11), 13913-13918. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11618-x>
- Rasheed, N., Rahman, S. A., y Hafsa, S. (2020). Formulation and Evaluation of Herbal Lipsticks. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 13(4), 1693-1700. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2020.00306.6>
- Real Academia Española. (adj.). Cosmético. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 22 de septiembre de 2021, de <https://dle.rae.es/cosm%C3%A9tico?m=form>
- Richard, C. (2021). Lipstick Adhesion Measurement. *Surface Science and Adhesion in Cosmetics*, 635-662. <https://doi.org/10.1002/9781119654926.ch18>

Schaffer, S. E. (2007). Reading our lips: The history of lipstick regulation in Western seats of power. *Food and Drug Law Journal*, 62, 165. <http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:10018966>

Innovación para la enseñanza de la Química

FISIOLOGÍA HUMANA APLICADA A LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA BIOINORGÁNICA

Andrea Fellet¹, Marisa Gabriela Repetto²

1- Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Instituto de Química y Metabolismo del Fármaco (IQUIMEFA, UBA-CONICET), Cátedra de Fisiología. Buenos Aires, Argentina.

2- Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Química General e Inorgánica; Instituto de Bioquímica y Medicina Molecular Prof. Alberto Boveris (IBIMOL, UBA-CONICET). Buenos Aires, Argentina.

E-mail: mrepetto@ffyb.uba.ar

Recibido: 20/09/2021. Aceptado: 11/10/2022.

Resumen. El objetivo de este trabajo es mostrar el diseño de una modalidad de clase orientada hacia una comprensión genuina y significativa de la Química Bioinorgánica relacionando el comportamiento químico de los bioelementos con los procesos fisiopatológicos. Se empleó una estrategia didáctica que permite enseñar la química de los bioelementos mediante actividades organizadas y enmarcadas en la planificación como una secuencia didáctica integradora, asociada a la evaluación formativa y continua de los aprendizajes. Esta estrategia didáctica indujo un mayor interés y una mayor participación de los estudiantes durante la clase. Se observó una comprensión genuina mayor de los contenidos de la química integrados a los procesos fisiopatológicos. La fortaleza de esta experiencia áulica residió en que se propuso integrar los procesos de enseñanza y aprendizaje con un tipo de evaluación diseñada directamente para contribuir y fortalecer estos procesos a través de una sistemática retroalimentación.

Palabras clave. enseñanza de la química, fisiología, hormesis, bioelementos, interdisciplinariedad.

Human physiology applied to the teaching of bioinorganic chemistry

Abstract. The aim of this work is to show the design of a class modality oriented towards a genuine and significant understanding of Bioinorganic Chemistry, relating the chemical behavior of bioelements with pathophysiological processes. A didactic strategy was used that allows teaching the chemistry of bioelements through activities organized and framed in planning as an integrating didactic sequence, associated with formative and continuous evaluation of learning. This teaching strategy induced a greater interest and a greater participation of the students during the class. A greater genuine understanding of the contents of chemistry integrated into pathophysiological processes was observed. The strength of this classroom experience lies in the fact that a type of teaching and learning integrated with evaluation designed directly to contribute to this process and strengthen it, through systematic feedback, was proposed for the teaching of Chemistry.

Keywords. teaching of chemistry, physiology, hormesis, bioelements, interdisciplinarity.



INTRODUCCIÓN

La enseñanza tradicional de la ciencia en general ha insistido en la adquisición de conocimientos por medio del análisis de los hechos y su memorización. Sin embargo, en los últimos años esta se ha modificado de modo tal de establecer y desarrollar nexos entre las diferentes disciplinas estimulando un aprendizaje significativo y relevante de los alumnos (Dávila, 2000).

La Química Bioinorgánica es una ciencia que trata del estudio de la reactividad química de los elementos y de los compuestos inorgánicos en los sistemas biológicos. Si bien el significado epistemológico de la palabra Bioinorgánica parece encerrar una contradicción, se la considera una rama interdisciplinaria de la Química que se ocupa de una serie de problemas ubicados en las interfases entre las ciencias químicas y las ciencias biológicas (Casas, Moreno, Sánchez, Sánchez, Sordó, 2002). Esta concepción errónea de que sólo los elementos clásicos de la química inorgánica tales como carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno eran esenciales para los seres vivos y que los elementos y compuestos inorgánicos no tenían un papel relevante en los procesos vitales se mantuvo durante años. Es en este contexto que se propone una estrategia de enseñanza de la Bioinorgánica partiendo del conocimiento de las funciones biológicas del organismo.

Los elementos inorgánicos cumplen importantes funciones en los seres vivos y están implicados en el control y activación de diversos procesos biológicos fundamentales, así como en el mantenimiento de la estructura y función de las membranas y paredes celulares. La tarea de integrar saberes se ha convertido en una necesidad social en el contexto histórico actual y su finalidad es potenciar en los/las estudiantes estrategias de aprendizaje y estilos de pensamiento acordes. Chacón y col. (2012) proponen que las prácticas de enseñanza de los/las docentes deberían poner el foco en la integración de las diversas disciplinas, con el objetivo de permitir que el/la estudiante pueda construir interrelaciones y comprender la realidad en su carácter multidimensional y complejo. Este tipo de propuesta involucra la integración de saberes y el análisis para la resolución de problemas y transformación social (Rodríguez Palmero, 2004). Varios autores mostraron diversas formas de abordar el problema proponiendo estrategias didácticas y diferentes formas de enseñar química para mejorar la enseñanza y motivar el aprendizaje (Godoy, 2020; Blanco, España y Rodríguez, 2012). Se han propuesto un abanico de métodos con el objetivo de sugerir estrategias didácticas que optimicen la labor docente universitaria. Algunas de las estrategias sugeridas incluyen la indagación en el aula (Caamaño, 2012), tanto de conocimientos previos como de la comprensión e intereses (motivación en el contexto) de los/las estudiantes (Larson, Long y Briggs, 2012; Franco-Mariscal y col., 2012), el aprendizaje basado en problemas (Sanmartí y Márquez, 2017), estudios de caso (Olivares, 2014) e introducción de juegos didácticos para el aprendizaje de los elementos de la tabla periódica (Franco-Mariscal y col., 2016), pero desde el punto de vista disciplinar de la química, sin una mirada hacia el rol de los elementos químicos en la salud y en la fisiología animal, vegetal y humana. No se han encontrado trabajos previos que documenten la sinergia entre estas dos disciplinas para el abordaje de la enseñanza de la Bioinorgánica. Un trabajo publicado en el año

2020 por Rodríguez Revelo y Alarcón Salvatierra documenta los resultados de estudios existentes y llegaron a la conclusión que "existe la necesidad de que todo profesor maneje estrategias didácticas como parte de las habilidades que debe poseer un docente para una mejor práctica en el aula y asegurar aprendizajes significativos en los estudiantes" (p.1).

Actualmente y en la mayoría de las unidades académicas, la enseñanza de los Bioelementos se realiza a través del abordaje clásico, a partir del análisis sistemático de las propiedades periódicas de los elementos, su función y clasificación según su concentración en los seres vivos. Una propuesta innovadora publicada en el año 2012 sugería la enseñanza de la química de los metales de transición a través de un recorrido de los conocimientos previos construidos en Química General, con vistas hacia un enfoque biológico, farmacológico, toxicológico, fisiopatológico que despierta sin lugar a duda el interés de los estudiantes, además de abrirles un panorama aplicable de la química (Repetto, 2012). Sin embargo, en ese trabajo no se proponía la forma de llevarlo a cabo, de relacionar el estudio de los bioelementos con los procesos fisiológicos que estudiarán en otra asignatura, coordinando los contenidos y adelantándose al abordaje de estos.

Es en este contexto que en el aula se debería estimular a los/as alumnos/as promoviendo la incorporación de objetivos actitudinales, la adquisición de destrezas, así como también la incorporación y aplicación de lo aprendido a su vida cotidiana. La satisfacción de comprender lo que se ha vivido permitirá que los alumnos lo puedan explicar mejor.

Por otra parte, la Fisiología también es una disciplina científica básica en el área de las Ciencias de la Salud cuya comprensión une y coordina conocimientos morfológicos, físicos, químicos y biológicos entre otros, lo cual favorece a fundamentar la función de los órganos y sistemas en situaciones normales y patológicas. En la enseñanza de la misma se combinan conocimientos que incluyen contenidos de Anatomía, Física, Química, Matemáticas, Histología, Biología Molecular, etc., por lo cual es comprensible las grandes dificultades que deben vencer los/as alumnos/as para lograr comprender genuinamente una disciplina como la Fisiología. La enseñanza de la Fisiología debe contribuir a fortalecer en el/la estudiante, la aplicación de metodologías científicas, para que sea capaz de formular hipótesis al observar un fenómeno biológico y comprender cómo se genera el conocimiento científico. La enseñanza de la Fisiología tiene como objetivo general el conocimiento de las funciones del organismo, la adquisición de la metodología necesaria para su estudio y el desarrollo de actitudes frente a la conservación de la salud y el tratamiento de la enfermedad a la que se enfrentará el estudiante en diferentes instancias de su vida. La Química Bioinorgánica se centra, fundamentalmente, en estudiar las funciones de los metales en los seres vivos y este conocimiento conecta directamente con el bienestar y la salud de las personas a través de los biomateriales como así el diagnóstico y el tratamiento de dolencias como el cáncer y las enfermedades neurodegenerativas, pero también a través de aplicaciones bioinspiradas de interés medioambiental. Muchos procesos biológicos fundamentales para el organismo pueden ser descritos claramente en términos moleculares y, por otra parte, la química inorgánica ha desarrollado conceptos, modelos, teorías

y herramientas de trabajo, suficientemente generales, pero también con el grado de sofisticación adecuado como para ser aplicadas con éxito al estudio de sistemas tan complicados como lo son los biológicos. De los elementos de la Tabla Periódica, al menos 27 están presentes en los organismos vivos y cumplen una función biológica. Estos elementos se denominan bioelementos. La Tabla 1 muestra que según su abundancia relativa en los organismos vivos se clasifican en primarios, secundarios y oligoelementos (Tabla 1).

Tabla 1. Los Bioelementos se clasifican según su abundancia expresada en porcentaje del peso en los seres vivos.

Clasificación	Abundancia	Bioelementos
Primarios	95 %	C, H, O, N
Secundarios	4 %	P, S, Ca, Na, K, Cl, I, Mg, Fe
Oligoelementos	0,1 %	Cu, Zn, Mn, Co, Mo, Ni, F, Sn

Los bioelementos son esenciales para el organismo:

- Cuando la reducción de su exposición bajo un cierto límite produce la disminución de una función fisiológica importante.
- Cuando forma parte integral de una estructura orgánica que desarrolla una función vital en el organismo: bioelemento.
- Son indispensables para el organismo, pero deben ser aportados por la dieta ya que no son sintetizados por éste.

En la Tabla 2 se muestra la composición porcentual del cuerpo humano en bioelementos.

Tabla 2. Abundancia de los bioelementos en el cuerpo humano.

Bioelementos primarios	Bioelementos secundarios	Bioelementos traza: Oligoelementos
Oxígeno: O (65.0%)	Calcio: Ca (1.5%)	Zinc: Zn
Carbono: C (18.5%)	Fósforo: P (1.0%)	Cobalto: Co
Hidrógeno: H (9.5%)	Potasio: K (0.4%)	Cobre: Cu
Nitrógeno: N (3.2%)	Azufre: S (0.3%)	Flúor: F
	Sodio: Na (0.2%)	Manganeso: Mn
	Cloro: Cl (0.2%)	Molibdeno: Mo
	Magnesio: Mg (0.1%)	Estaño: Sn
	Iodo: I (0.1%)	Cromo: Cr
	Hierro: Fe (0.1%)	

Las principales funciones de los bioelementos son: estructurales, estabilizadores de estructuras biológicas, componentes de moléculas que participan en reacciones bioquímicas, activadores enzimáticos.

Los bioelementos se pueden clasificar dependiendo de su concentración, actividad redox, según participen o no en procesos de oxidación o reducción en situaciones fisiológicas y/o patológicas. Además, pueden ser esenciales, y según su concentración, beneficiosos o tóxicos, respondiendo al concepto de hormesis.

Otra clasificación de los oligoelementos es según tengan o no actividad redox, dado que muchos de ellos ceden o aceptan electrones en reacciones de oxidación y reducción. Por otra parte, es de señalar que tanto la deficiencia como el exceso de estos bioelementos originan repercusiones importantes sobre la salud humana. En la tabla 3 se enumeran algunas de estas patologías y síntomas asociados a la deficiencia y toxicidad de bioelementos.

En función del objetivo general, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Integrar los conocimientos previos de los contenidos de la asignatura Química General e Inorgánica vistos en clases anteriores con el tema central de la clase, la química de los bioelementos, y en relación con el tema generador de bioinorgánica, a partir del cual se integraron los contenidos en una secuencia didáctica.
2. Diseñar actividades de motivación para los/as estudiantes hacia el aprendizaje de los conceptos de la clase.
3. Proponer una estrategia de secuencia didáctica para la clase basada en los conocimientos previos, datos de bibliografía y resultados de investigación de los/as docentes.
4. Articular las propiedades de los bioelementos con los procesos fisiológicos más importantes en los que participan estos bioelementos.
5. Integrar los contenidos teóricos con la práctica en el aula y el laboratorio en una secuencia didáctica en el marco de un modelo de investigación acción mediante la planificación de actividades de enseñanza.

La hipótesis de trabajo considera que la integración de los contenidos de bioinorgánica con la participación de éstos en los procesos fisiológicos despierta el interés de los/las estudiantes, motiva al aprendizaje genuino y significativo, y acerca al/a la estudiante a la práctica profesional a partir de un enfoque basado en las competencias disciplinares de la carrera elegida.

Con el propósito de responder a los interrogantes acerca de ¿cómo despertar el interés de los/las estudiantes?, ¿cómo acercar los contenidos de una asignatura básica, del ciclo común de la carrera con contenidos que se acercan más al futuro desempeño profesional? es que planteamos una propuesta innovadora de enseñanza que contempla la incorporación de procesos fisiológicos para la enseñanza de la química de los bioelementos.

Tabla 3. Patologías y síntomas asociados a la deficiencia y toxicidad de los biometales.

Bioelemento	Deficiencia	Exceso: Toxicidad
Fe	Anemia ferropénica	Hemocromatosis Anemia sideroblástica
Cu	Anemia: tambaleo Enfermedad de Menkes	Envenenamiento crónico, enfermedad de Wilson, Cirrosis hepática, alteraciones metabólicas y neurológicas
Ca	Hipocalcemia Raquitismo	Deformación ósea Cálculos renales
P	Hipofosfatemia	Hiperkalemia, erosiones gastrointestinales
Mg	Disfunción de gónadas, convulsiones, deformaciones del esqueleto, hipertensión arterial, hormigueo y temblores, debilidad muscular, dolor de cabeza, calambres, fatiga, cansancio, cambios en el estado de ánimo, ansiedad, estreñimiento y problemas del sueño	Ataxia
Mn	Intolerancia a la glucosa, desórdenes óseos, coágulos en sangre	Envenenamiento: afecta el sistema respiratorio y el cerebro (alucinaciones y Parkinson)
Co	Anemia, enfermedad del hígado blanco	Fallas cardíacas, estrés oxidativo
Cr	Trastornos en el metabolismo de la glucosa, trastornos de la piel	Nefritis
Se	Necrosis hepática, distrofia muscular	Enfermedad alcalina
Zn	Enanismo, hipogonadismo, acrodermatitis	Fiebre metálica, diarreas

Teniendo en cuenta la hipótesis planteada, el objetivo general de este trabajo es mostrar el diseño de una modalidad de clase que se orienta hacia una comprensión genuina y significativa en los/as alumnos/as que estudian Química Bioinorgánica relacionando el comportamiento químico de los bioelementos con los procesos fisiológicos y/o fisiopatológicos desde el concepto de hormesis de los cuales participan.

Esta propuesta constituye una experiencia áulica llevada a cabo por docentes en su contexto natural, representa una innovación en el aspecto pedagógico-didáctico y plantea un modelo de planificación basado en secuencias didácticas integrando contenidos de la química bioinorgánica con los procesos fisiológicos en los que intervienen, con el propósito de enseñar estos contenidos mediante este modelo.

METODOLOGÍA

Se diseñó una clase que se basó en el empleo de una estrategia didáctica que permite enseñar la química de los bioelementos mediante actividades organizadas de aprendizaje con y para los/as estudiantes con la finalidad de crear situaciones que permitan desarrollar un aprendizaje significativo (Díaz Barriga, 2013). Se propone un proceso de enseñanza integrando los contenidos de la Química con los de Fisiología en el cual es imprescindible que el equipo docente tenga en cuenta las relaciones internas entre estas tareas y los componentes didácticos de los procesos de enseñanza y aprendizaje, como así también los sujetos que intervienen en el proceso y sus relaciones (docente-estudiante, estudiante-docente, estudiante-estudiante, docente-grupo, estudiante-grupo), por ser quienes lo llevan a la práctica. El enfoque de este trabajo se enmarca en la propuesta de planificación de una secuencia didáctica integradora, con un enfoque activo y a partir del desarrollo de un problema o actividad integradora, que relaciona el objetivo de la enseñanza, qué es lo que se quiere enseñar con los contenidos seleccionados (saberes y saber hacer), y se piensa la secuencia didáctica y la evaluación formativa y continua de los aprendizajes. La secuencia didáctica se organizó combinando el modelo lineal de secuencia didáctica, pero a partir del desarrollo de un problema o actividad integradora, que en este trabajo fue el tema central "Bioinorgánica" y tema generador "bioelementos en la fisiología humana". La metodología que se utilizó para caracterizar la dimensión didáctica fue la de la observación directa de la clase correspondiente al teórico de Bioinorgánica y de datos provenientes de diferentes fuentes secundarias disponibles (bibliografía, reportes de otros docentes, entre otras). En la clase, la enseñanza de la Bioinorgánica se abordó haciendo foco sobre los oligoelementos esenciales que participan en los procesos fisiológicos, así como también los efectos tóxicos asociados a patologías en las que participan estos elementos. Los datos de la bibliografía y resultados propios de la investigación de los/as docentes que se consideró evaluar fueron: reacciones bioquímicas, biomarcadores de estrés y daño oxidativo, reacciones redox, formación, efecto de las especies reactivas del oxígeno y del nitrógeno sobre órganos, tejidos y organelas subcelulares,

respiración celular, procesos inflamatorios y efecto sobre la presión arterial, sistema cardio respiratorio y renal. Esta propuesta fue diseñada para responder a los interrogantes acerca de cómo despertar el interés de los/as estudiantes, cómo acercar los contenidos de una asignatura básica, del ciclo común de la carrera con contenidos que se acercan más al futuro desempeño profesional. La propuesta de la secuencia didáctica para la enseñanza de este tema comprendió el diseño de actividades integradoras para cada una de las tres etapas de la secuencia didáctica, en un modelo de investigación-acción, de diseño cualitativo. La selección de actividades respondía a las preguntas de investigación y a los objetivos específicos planteados:

1. Etapa de inicio. En esta etapa se planteó "qué enseñar" en Bioinorgánica. Para ello es necesario posicionarse en el contexto de la asignatura y de los estudiantes, plantearse los objetivos, incentivar la motivación, definir los procesos cognitivos a desarrollar en los/las estudiantes: entender, analizar, deducir, interpretar, relacionar, comparar, integrar, resolver, aplicar y aprender, y diagnosticar lo que los/las estudiantes saben y cómo lo pueden aplicar, se trabajan las competencias de saber y de saber hacer.

2. Etapa de desarrollo. En esta etapa de la secuencia didáctica se trabajó con la aplicación del saber. Se mostraron ejemplos sobre efectos beneficiosos o tóxicos de los bioelementos, metabolismo y fisiología, y se desarrollaron actividades de práctica (análisis de resultados de investigación), preguntas de orden cognitivo superior para la comprensión de contenidos y preguntas de metacognición, para tomar conocimiento del aprendizaje, apropiarse de ese conocimiento, en clase y en el campus.

3. Etapa de integración y cierre. Se realizaron actividades para que el/la estudiante demuestre lo que sabe mediante propuestas de evaluación formativa: construcción de un diagrama o mapa conceptual relacionando los contenidos vistos en Bioinorgánica desde el abordaje químico con los procesos fisiológicos en los que participan, y elaboración de una conclusión. Se analizaron las respuestas obtenidas en las actividades del campus, consultas en los foros y preguntas en clase en comparación con las clases anteriores en las que no se utilizó esta modalidad.

Los resultados se midieron a través de la evaluación del grado de interacción alumnos-docentes, alumno-alumno, consultas efectuadas por los estudiantes, así como también anécdotas compartidas en la clase. Se analizaron los aprendizajes y el grado de comprensión de los contenidos enseñados, como también la motivación y compromiso de los estudiantes en su propio aprendizaje mediante las respuestas de estos en las actividades del campus, las consultas en los foros y las preguntas durante la clase, en comparación con las clases anteriores en las que no se utilizó esta modalidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estrategia didáctica de integrar los contenidos de Química con los de Fisiología en la clase de Bioinorgánica indujo un mayor interés y en consecuencia una mayor participación de los/as alumnos/as durante la clase. El tipo de preguntas y reflexiones de los mismos mostraron una comprensión

genuina de los contenidos de la química, pero en este caso integrada a la comprensión de los procesos fisiológicos. Se pudo observar no sólo un incremento en el número de interacciones alumnos-docentes (mayor cantidad de consultas efectuadas a los/las docentes) sino también en la interacción entre pares lo cual se reflejó en un mayor número de anécdotas compartidas que involucran a los bioelementos. Además, los/as estudiantes manifestaron un mayor interés en la actividad científica que se realiza en la cátedra, y en la posibilidad de integrarse y participar en proyectos de investigación, así como también de inscribirse en la escuela de ayudantes para incorporarse al plantel docente de la cátedra.

El aprendizaje no es una mera cuestión de memorizar, sino que consiste en la habilidad de utilizar recursos para encontrar, evaluar y aplicar la información (Ausubel, 2002). Actualmente, los/as estudiantes tienen poco tiempo para una mejor comprensión de los conceptos o para desarrollar competencias como el pensamiento crítico. El estudio integrado de la Química Bioinorgánica y de la Fisiología constituye una asignatura troncal dentro de las titulaciones de ciencias de la salud, y se imparte con denominaciones diferentes (estructura y función del cuerpo humano; morfología, estructura y función del cuerpo humano, etc.). El estudio y comprensión de la Bioinorgánica es compleja, puesto que implica integrar conocimientos sobre las propiedades químicas de los elementos y los sistemas fisiológicos, y precisa de una adecuada base formativa (histología, bioquímica y biología). Por otro lado, el perfil profesional de un titulado de ciencias de la salud comprende la adquisición de competencias como razonamiento, capacidad de relacionar e integrar conocimientos, así como trabajar en equipo y la comunicación con pares. Sin embargo, muchos de los programas curriculares actuales no contemplan estos aspectos.

En este trabajo, la modalidad didáctica de encarar la enseñanza de la Química Bioinorgánica asociando el comportamiento químico de los elementos con los procesos fisiopatológicos en los cuales participan logró que el/la alumno/a tenga mayor interés y curiosidad acerca de la función y estructura de los diferentes elementos. Es decir, la motivación por comprender procesos fisiológicos y en consecuencia patológicos, permitió lograr una mejor comprensión de la química del elemento sobre todo lo relacionado a la carga, tamaño y reacciones químicas en las que participa. Es en este sentido que la formación profesional, sobre todo relacionada al área de las Ciencias de la Salud, debe considerar que la motivación de los estudiantes juega un papel fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Jaquinet Aldanás y col., 2016). El término motivación deriva del verbo latino moveré, cuyo significado es mover, por lo tanto, motivación es la necesidad de activar la conducta dirigiéndose hacia la meta propuesta, que en este caso es la adquisición de conocimientos significativos de Bioinorgánica.

Los/las docentes, parte primordial de este proceso, deben conocer y facilitar el nivel de motivación de sus estudiantes, cualquiera que sea la disciplina en que se desempeñan. La estrategia didáctica utilizada para esta clase de Química Bioinorgánica solo será efectiva si está asociada al interés de los/as alumnos/as, lo cual se produce cuando estos toman conciencia del motivo y de la necesidad de aprender. En este contexto, la comprensión genuina de

los contenidos se logra cuando se estimulan a los estudiantes permitiendo que los mismos relacionen e integren los contenidos de las asignaturas de Química General e Inorgánica y Fisiología Humana desde el punto de vista funcional y orientado hacia las profesiones de Farmacia y Bioquímica.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La didáctica motivacional tiene una vital importancia práctica y va a influir sobre la eficiencia en la asimilación de los conocimientos, en la formación de habilidades y capacidades, en la formación del carácter, la moral y la orientación de los estudiantes, además de constituir un instrumento de retención de contenidos.

Además, la fortaleza de esta propuesta didáctica reside en que se propuso integrar los procesos de enseñanza y aprendizaje con un tipo de evaluación diseñada directamente para contribuir y fortalecer estos procesos a través de una sistemática retroalimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento*. Una perspectiva cognitiva. Buenos Aires: Paidós.
- Blanco, A., España, E., Rodríguez, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 9-18.
- Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos investigativos. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 83-91.
- Casas, J. S., Moreno, V., Sánchez, A., Sánchez, J. L., Sordó, J. (2002). *Química Bioinorgánica*. Madrid: Síntesis.
- Chacón Corzo, M. A., Chacón C. T., Alcedo S., Yesser, A. (2012). Los proyectos de aprendizaje interdisciplinarios en la formación docente. *Revista Mexicana de Investigación educativa*, 17(54), 877-902.
- Dávila, S. (2000). El aprendizaje significativo. Esa extraña expresión (utilizada por todos y comprendida por pocos). *Contexto Educativo*, 9. ISSN-e 1515-7458.
- Díaz-Barriga, Á. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. *UNAM*, 10(04), 1-15.
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M. (2012). Dificultades de comprensión de nociones relativas a la clasificación periódica de los elementos químicos: La opinión de profesores e investigadores en educación química. *Revista Científica*, 16(2), 53-71.
- Franco-Mariscal A. J., Oliva-Martínez J. M., Blanco-López, A., España-Ramos, E. (2016). A Game-Based Approach to Learning the Idea of Chemical

- Elements and Their Periodic Classification. *Journal of Chemical Education*, 93, 1173–1190.
- Godoy, K. M. (2020). Estrategias didácticas para la enseñanza y aprendizaje de los elementos químicos y su información en la tabla periódica. *Revista Educación las Américas*, 10(1), 84-105. <https://doi.org/10.35811/rea.v10i0.96>
- Jaquinet Aldanás, M., Rivero, Llop M. L., Garnache, Piña A. (2016). La motivación en el rendimiento académico de los estudiantes de medicina. *Revista Médica Electrónica*, 38(6), 910-915. <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/2042/3254>
- Larson, K. G., Long, G. R., Briggs, M. W. (2012). Periodic Properties and Inquiry: Student Mental Models Observed during a Periodic Table Puzzle Activity. *Journal of Chemical Education*, 89, 1491–1498.
- Olivares, S. (2014). ¿Formulación química? Nomenclatura química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11, 416-425.
- Repetto, M. (2012). Enfoque didáctico para la enseñanza de la química de los metales de transición: Bioinorgánica, homeostasis redox y toxicidad de los metales de transición en sistemas biológicos, *Educación en la Química*, 18, 3-15.
- Rodríguez Palmero, M.L. (2004). Aprendizaje significativo e interacción personal. *Aprendizaje significativo: Interacción personal, Progresividad y Lenguaje. Universidad de Burgos. Servicio de publicaciones*, 15-46. www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol3_num_1/rodriguez/index.html
- Rodríguez Revelo, E., Alarcón Salvatierra, P. A. (2020). Estrategias didácticas para efectivizar procesos de enseñanza en la educación superior. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 12. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v35i1.2233>
- Sanmartí, N., Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Revista de Educación Científica*, 1, 3-16. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>

Innovación para la enseñanza de la Química

UNA PROPUESTA ÁULICA DE ENSEÑANZA REMOTA SOBRE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y PSEUDOCIENTÍFICA EN TIEMPOS DE COVID-19

Laura Morales, María José Flores, Raúl Pereira

Instituto de investigación en Educación en Ciencias Experimentales-Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes-Universidad Nacional de San Juan. Argentina.

E-mail: laurammorales15@gmail.com

Recibido: 28/09/2021. Aceptado: 09/11/2022.

Resumen. La emergencia sanitaria debida a Covid-19 produjo la divulgación de información pseudocientífica. Desde el ámbito educativo se puede contribuir a promover su análisis crítico, a partir del desarrollo de capacidades generales y científicas. En este trabajo se describe una propuesta realizada en instancia virtual con estudiantes de educación secundaria, cuyo objetivo fue diferenciar contenidos científicos de los pseudocientíficos a partir del análisis de información que se viraliza. Los estudiantes revisaron un mensaje divulgado en redes sociales, desde sus conocimientos previos y desde la nueva información aportada por los docentes. Posteriormente opinaron sobre estas comunicaciones y su vinculación con la salud. La propuesta áulica permitió favorecer el desarrollo de algunas capacidades, ya que los estudiantes cuestionaron información proveniente de diversas fuentes, estableciendo relaciones entre los contenidos abordados y el cuidado de la salud. Además, reconocieron las características de la divulgación científica y su contribución al análisis crítico de las comunicaciones.

Palabras clave. propuesta didáctica en Química, divulgación científica y pseudocientífica, uso del conocimiento científico en contexto sanitario, enseñanza remota.

A classroom proposal for remote teaching on scientific and pseudoscientific dissemination in times of covid-19

Abstract. The health emergency due to Covid-19 produced the dissemination of pseudoscientific information. From the educational field, it is possible to contribute to promote its critical analysis, based on the development of general and scientific capacities. This paper describes a virtual experience carried out with high school students, which objective was to distinguish scientific content from pseudoscientific content based on the analysis of information that becomes viral. The students reviewed a message published on social networks, from their previous knowledge and from the new information provided by the teachers. Then, they gave their opinion on these communications and their connection with health. The classroom proposal allowed to favor the development of some capacities of the students, since they questioned information from various sources, establishing relationships between the contents addressed and health care. In addition, they recognized the characteristics of scientific dissemination and its contribution to the critical analysis of communications.

Keywords. didactic proposal in Chemistry, scientific and pseudoscientific dissemination, use of scientific knowledge in a health context, remote teaching.



INTRODUCCIÓN

La pandemia por Covid-19 produjo, en muchos casos, la propagación de información pseudocientífica referida a su prevención y cura. Por esta razón la Organización Mundial de la Salud declaró, a mediados del 2020, la situación de infodemia para alertar sobre la creciente divulgación de información falsa, y así generar acciones para mitigarla. Desde el ámbito educativo se puede contribuir proponiendo a los estudiantes actividades áulicas en las que se promueva el análisis crítico y el cuestionamiento de la información circulante principalmente en redes. Esto es posible, específicamente desde las Ciencias Naturales, a partir del desarrollo de capacidades vinculadas a identificar cuestiones científicas y a utilizar el conocimiento científico en el contexto cotidiano (Cañas y Martín Díaz, 2010).

En este trabajo describimos una propuesta de aprendizaje planificada para una instancia no presencial debido a la pandemia. La misma fue desarrollada en el espacio curricular Química con estudiantes de nivel secundario con edades entre 15 y 16 años, y consistió en una secuencia de actividades presentadas en un formato de guía pedagógica.

El objetivo general de dicha propuesta fue brindar una oportunidad de aprendizaje en la que los estudiantes diferenciaron contenidos científicos de los pseudocientíficos a partir del análisis de información que se viralizó. Asimismo, esperamos que la actividad favorezca una actitud crítica respecto de la comunicación de información vinculada con la salud de acuerdo a su procedencia.

FUNDAMENTACIÓN

Los peligros de desinformación en tiempos de pandemia, tienen implicancias negativas relacionadas con la propagación del pánico y fundamentalmente con la salud. Esto se debe, por un lado, a la comunicación distorsionada de hechos con evidencia científica débil, y por otro a la difusión de teorías pseudocientíficas (Espin, 2020). La comunidad científica tiene como desafío desmentir los discursos pseudocientíficos y divulgar aquellos que son científicos de forma estratégica. Suele ocurrir que muchas informaciones son cuestionadas porque su procedencia es dudosa y se desconoce si pasaron un proceso de revisión (Perdomo, 2008).

Por otra parte, se observa que, en general, la juventud se ve muy influenciada por la información que les llega a través de medios masivos de comunicación tales como las redes sociales. Es responsabilidad de los educadores renovar sus modos de enseñar y adecuarse a estos jóvenes digitales, brindando recursos que les permitan transformar dicha información en contenidos con valor científico y veraz (Sanvicén Torné y Molina Luque, 2016). Será oportuno, entonces, generar experiencias de aprendizaje y proponer herramientas que guíen a los usuarios de internet a ser lectores activos que puedan buscar, seleccionar y validar información, sitios y contenidos.

En el contexto de emergencia sanitaria debida a la pandemia por Covid-19, surgieron muchas incertidumbres respecto a los modos de enseñar y aprender debido a que no se pudo asistir a las clases presenciales habituales. Esta situación demandó encontrar distintas opciones para dar continuidad a las clases en forma diferente y armar propuestas didácticas que se puedan concretar en el hogar, que contemplen la desigualdad de recursos y conectividad de los estudiantes, que se apoyen en contenidos significativos y relevantes y que permitan desarrollar diferentes capacidades.

En cuanto a las estrategias aplicadas al contexto no presencial, es aconsejable diseñar secuencias, que se apoyen en los contenidos disciplinares e incluyan desafíos, problemas o preguntas que inviten al estudiante a hacer y pensar (Tobón Tobón, Pimienta Prieto y García Fraile, 2010). De igual manera Anijovich, Artopoulos, Furman y Tarasow (2020) proponen además que dichas secuencias de actividades fomenten el desarrollo de capacidades y que se utilice la tecnología con valor pedagógico.

Las capacidades se pueden definir como un conjunto de modos de pensar, actuar y relacionarse que los estudiantes deberían desarrollar progresivamente ya que se consideran relevantes para el enfrentamiento de las situaciones complejas de la vida cotidiana (Roegiers, 2016). Estas capacidades son ejes desde donde organizar, orientar y otorgar sentido a la enseñanza de los saberes priorizados. Por ejemplo, trabajar la capacidad básica de pensamiento crítico favorecería el análisis de información proveniente de diferentes fuentes y construir un juicio propio y tomar decisiones respecto a una determinada problemática. Dicha capacidad implica adoptar una postura fundada respecto de una problemática relevante a nivel personal y/o social y supone analizar e interpretar datos, evidencias y argumentos para construir juicios razonados y tomar decisiones consecuentes (Labate, 2016). Desde el ámbito de las Ciencias Naturales el desarrollo de capacidades de la competencia científica puede contribuir a valorar aportes y limitaciones de la investigación, a cuestionar ideas o información recibida de origen desconocido y finalmente a fundamentar las argumentaciones con datos científicos de fuentes reconocidas (Cañas y Martín Díaz, 2010).

Retomando la problemática impulsora de esta propuesta, Candón Gautier (2019) menciona que el tratamiento de la información pseudocientífica divulgada en redes, puede realizarse en el ámbito escolar a través de guías pedagógicas. De este modo se posibilita desarrollar en los estudiantes competencias tanto científicas como digitales, promoviendo el sentido crítico mediante la verificación de información. Así mismo, el autor plantea que resulta atractivo y enriquecedor adoptar este nuevo enfoque para el aprendizaje de contenidos cercanos a la realidad individual, utilizando las nuevas tecnologías con responsabilidad.

De acuerdo con Roldán (2003) las guías pedagógicas constituyen un valioso recurso que resulta un apoyo importante a la dinámica del proceso docente, guiando al alumno en su aprendizaje y promoviendo la autonomía a través de diferentes recursos didácticos. En el contexto de la educación no

presencial, en la provincia de San Juan, se procuró favorecer una práctica que contemple las posibilidades de todos los estudiantes. A partir de la disposición ministerial (RES.631-ME-2020) se implementó el trabajo por guías pedagógicas en archivos Word y PDF, y la utilización opcional de otros recursos tales como tutoriales, simuladores y videos.

PROPUESTA METODOLOGICA

La guía que se implementó con los estudiantes y se analiza en este trabajo, incluye contenidos emergentes, que vinculamos con los contenidos curriculares de Química, específicamente ácidos y bases. A raíz de la viralización en redes sociales, de un mensaje que informaba acerca de la prevención y cura del Covid-19 nos propusimos trabajar en el reconocimiento de la validez científica de la información. Consideramos oportuno el momento para que los estudiantes aplicaran contenidos vistos recientemente, dado que dicho mensaje incluía entre sus recomendaciones consumir alimentos con determinados valores de pH.

El contenido disciplinar fue abordado en una guía anterior desde el reconocimiento experimental de la acidez de diferentes sustancias, entre ellas alimentos, utilizando indicadores naturales. También se trabajó en esa oportunidad el concepto de pH y su medición, y se propuso una lectura en la que se vinculaban los valores de pH del organismo humano con la salud.

Diseñamos e implementamos una guía pedagógica en forma no presencial y las actividades fueron orientadas por medio de una clase virtual por plataforma. Solo algunos estudiantes accedieron a dicha clase, el resto se guió por el formato escrito. Dichas actividades se secuenciaron del siguiente modo:

Actividades de introducción

En principio revisamos actividades y aprendizajes anteriores relacionados con la determinación experimental de acidez y basicidad por medio de indicadores y a través de la medición de pH. En este proceso, se recordó especialmente la relación entre los valores de pH medidos en el organismo humano y la salud. Se mencionó, por ejemplo, la posibilidad de detectar algunas disfunciones del organismo con los valores de pH de la sangre o de la orina. Además, se resaltó la importancia de una alimentación completa para colaborar al mantenimiento de un pH óptimo para el organismo.

En el Cuadro 1, se incluye el texto viralizado en redes sociales, referido a la prevención y cura del Covid 19. Los estudiantes debían leerlo y analizarlo en base a contenidos abordados, destacando los aspectos considerados erróneos.

Actividades de desarrollo

Después de analizar el contenido del mensaje viralizado compartimos dos enlaces. Uno de ellos los condujo a un sitio que proporcionaba datos relacionados con valores de pH medidos en alimentos, cuestiona si es posible medir el pH de un virus y menciona la falta de relación directa entre

el tratamiento del Covid-19 con el consumo de alimentos, entre otros aspectos (<https://efectococuyo.com/cocuyo-chequea/coronavirus-ph/>) . El otro enlace les aportó información y explicaciones adicionales de por qué no serían efectivas las recomendaciones del mensaje viral analizado (<https://www.huesped.org.ar/informacion/coronavirus/fake-news-sobre-el-coronavirus/>). La finalidad de esta actividad fue que los estudiantes pudieran confrontar el texto viral inicial con el soporte de información científica brindada, y reconocer nuevamente los aspectos erróneos desde el conocimiento científico que se trabajó.

● **DEBIDO AL COLAPSO DEL SISTEMA DE SALUD, NOSOTROS, LOS PROFESIONALES DE LA SALUD, HEMOS PREPARADO PARA LA POBLACIÓN...**
.....**ES MEJOR QUE MANTENGAMOS ESTAS RECOMENDACIONES, ¡LA PREVENCIÓN NUNCA ES DEMASIADO!**

- **SIÉNTESE AL SOL DE 15 A 20 MINUTOS**
- **DESCANSAR Y DORMIR, AL MENOS DE 7 A 8 HORAS.**
- **BEBER 1 LITRO Y MEDIO DE AGUA AL DÍA**
- **TODAS LAS COMIDAS DEBEN ESTAR CALIENTES (NO FRÍAS).**

→ **TENGA EN CUENTA QUE EL PH DEL CORONAVIRUS VARÍA DE 5.5 a 8.5. ENTONCES, TODO LO QUE TENEMOS QUE HACER, PARA ELIMINAR EL VIRUS ES CONSUMIR MÁS ALIMENTOS ALCALINOS, POR ENCIMA DEL NIVEL ÁCIDO DEL VIRUS.**

- **BANANAS, LIMÓN VERDE → 9,9 pH**
- **LIMÓN AMARILLO → 8.2 pH**
- **AGUACATE - 15,6 pH**
- **AJO - 13,2 pH**
- **MANGO - pH 8,7**
- **MANDARINA - 8.5 pH**
- **PIÑA - 12,7 pH**
- **BERRO - 22,7 pH**
- **NARANJAS - 9.2 pH**

.....**NO GUARDE ESTA INFORMACIÓN SÓLO PARA USTED, ENTRÉGUELA Y COMPÁRTALA CON TODA SU FAMILIA Y AMIGOS.**

Cuadro 1. Texto viralizado en redes sociales, referido a la prevención y cura del Covid 19 utilizado como insumo didáctico en esta propuesta.

Otra actividad propuesta en esta fase de la secuencia fue la observación y análisis de dos tipos de comunicaciones:

- un trabajo de investigación presentado en una revista de divulgación científica, enfatizando en las secciones que lo componen (datos de filiación, marco teórico, objetivo, metodología, muestra, resultados, conclusiones, referencias bibliográficas) y
- un video que muestra cómo se origina una teoría pseudocientífica (<https://www.youtube.com/watch?v=PtL2Fzb9fmE>)

El propósito de esta actividad fue que los estudiantes pudieran analizar y explicitar cómo son comunicados los conocimientos generados desde una investigación científica y desde otra no científica, por medio de la comparación surgida del texto y video propuestos.

Actividades de finalización

En esta última etapa de la secuencia y con la finalidad de favorecer su pensamiento crítico, indicamos a los estudiantes que escriban un párrafo de al menos 10 líneas que incluya su opinión acerca de:

- la divulgación de noticias falsas en los medios de comunicación, con información aparentemente científica,

- cuáles son las posibles consecuencias sociales de aceptar una información falsa y
- cómo se debe proceder cuando se recibe información a través de diferentes fuentes, tanto por circulación en redes sociales como en formato papel, de la que se desconoce su origen.

Finalmente, como cierre de esta guía de aprendizaje, planteamos una actividad pensada para favorecer el saber hacer y también para re vincular el tema del pH y su relación con la salud. En dicha actividad, les proporcionamos a los estudiantes otro enlace que conduce a la lectura sobre el pH y la alimentación, advirtiéndoles que se trata de un blog de cocina (<https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/los-alimentos-acidifican-la-sangre>). Entonces les propusimos que, en función de lo trabajado en la etapa de desarrollo explicaran cómo procederían para verificar el contenido científico de la información.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dado que esta guía fue implementada en el año 2020 es que podemos mostrar algunas generalidades extraídas de las respuestas de los estudiantes que pudieron enviar sus tareas.

Ellos señalaron, desde sus conocimientos previos, que algunas recomendaciones del mensaje viral, por ejemplo, exponerse a la luz solar, dormir 8 horas y beber abundante agua son hábitos saludables, pero no tienen relación con la cura del Covid-19. No todos prestaron atención a los valores erróneos de pH, y los que sí lo hicieron, plantearon que no es posible que la banana y el limón presenten los mismos valores, cuestionando desde su experiencia sensorial, que el limón tenga pH básico.

Posteriormente, con la ayuda del soporte científico proporcionado por los docentes, realizaron algunas correcciones al mensaje, entre ellas, la no incidencia en el contagio y la propagación del virus, del pH de los alimentos ingeridos, de la temperatura ambiente, de los remedios naturales y del consumo de alcohol.

En la actividad vinculada al análisis comparativo de una comunicación científica y de otra no científica, explicitaron algunas características con las que se debe divulgar los conocimientos generados desde una investigación científica

Un aspecto que no podemos dejar de mencionar es que, debido a la no presencialidad y a la escasa interacción en las clases virtuales, se dificultó mediar en forma efectiva las actividades y el uso de las fuentes propuestas. Por esta razón se registraron respuestas breves basadas en la búsqueda de otras fuentes que describen, más que la forma de comunicar ciencia, las características del conocimiento científico. Conforme a esto caracterizaron al mismo como: "objetivo, verificable, acumulativo, sistemático, controlado y observacional".

Por otra parte, destacamos la opinión de un estudiante en cuanto evidencia que empleó el material audiovisual propuesto para responder: "Es una práctica que busca fomentar el desarrollo del conocimiento a través de la

resolución de un problema. Tiene que estar aprobada, exponer los hechos de manera verdadera y no tiene que subestimar ni rebajar ninguna teoría.”

Respecto de las actividades finales, opinaron acerca de la divulgación viral de información pseudocientífica vinculada con la salud y propusieron algunos criterios para identificar el carácter científico de la fuente de información. En general consideraron que divulgar noticias falsas es peligroso e irresponsable y que la población tiende a creer en todo lo que lee. Cuando respondieron a cómo proceder, expresaron que no todo lo que circula en redes es verdadero, por lo tanto, es necesario contrastar estas noticias con la información que aparece en publicaciones científicas, en páginas oficiales o en mensajes de organismos reconocidos.

Propusieron no confiar en cadenas, no aceptar soluciones caseras especialmente cuando indican ingerir determinadas sustancias, hasta corroborar la información y cuando no se puede verificar el contenido científico, no difundirla. Destacamos la idea de un estudiante que comenta: “Me parece nefasto, peligroso y debemos confiar siempre en lo que dice la ciencia ya que esta no se adapta a nuestras creencias ni tampoco a nuestras preferencias, se ajusta a la evidencia, por ello debemos respetar eso por nuestra salud. El hecho de que se divulgue falsa información me parece una falta de responsabilidad impresionante y una apatía increíble. Se debe tener en cuenta que cuando aparece información aparentemente científica se debe verificar la fuente e investigar las instituciones que avalan la noticia. Es una actitud irresponsable ya que ponen en peligro la vida de las personas que se aferran y apegan a esas noticias”.

En la segunda actividad de finalización en la que tuvieron que proponer criterios de verificación de la información que brindaba un blog de cocina, los estudiantes sugirieron: mirar si incluye referencias bibliográficas, consultar a un profesional de la salud, buscar otra fuente y comparar, revisar en el portal los datos del autor y leer las opiniones favorables y desfavorables en el blog.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Creemos que la propuesta áulica incluyó actividades claramente pautadas y secuenciadas acordes a la edad y saberes previos de los estudiantes y que permitió otorgar significatividad al aprendizaje de contenidos disciplinares de Química involucrados en el abordaje de una situación emergente. Del mismo modo, esta modalidad de trabajo puede transferirse al estudio de otras problemáticas, ambientales o sanitarias, con implicaciones sociales que requieran de una aplicación en contexto de saberes en Química.

Además, consideramos que se favoreció el desarrollo de algunas capacidades vinculadas al análisis de comunicaciones de contenidos científicos y su relación con hábitos saludables. Los estudiantes cuestionaron información proveniente de diversas fuentes, establecieron relaciones entre los contenidos abordados y el cuidado de la salud. Además, reconocieron las características de la divulgación científica, lo que contribuyó al análisis de las comunicaciones. Destacamos particularmente, que se favoreció la elaboración de un juicio personal que permite tomar

decisiones apropiadas relacionadas a los mensajes que se difunden masivamente.

Por otra parte, advertimos que las producciones de los estudiantes no fueron igualmente pertinentes. Esto podría deberse a las diferentes posibilidades de recursos y de autonomía en los procesos de aprendizaje. En muchos casos no se conectaron a la clase sincrónica y se les dificultó el análisis de la información desde los contenidos de Química planteados; en otros no lograron explicitar diferencias entre las divulgaciones científicas y las pseudocientíficas, dado que no recurrieron al material propuesto. Otro impedimento encontrado fue el de fundamentar sus opiniones sobre la relación entre dichas comunicaciones y el cuidado de la salud.

A pesar de los obstáculos que surgen de la imposibilidad de orientar y retroalimentar el trabajo en forma sincrónica, fue posible abordar diferentes saberes desde la enseñanza no presencial. Consideramos que dar continuidad a este tipo de iniciativas en el aula, con más instancias de mediación docente permitiría orientar la lectura y enriquecer el análisis, la reflexión y la construcción compartida en torno a saberes científicos.

Finalmente creemos que, desde las Ciencias Naturales, no solamente es posible, sino también necesario propiciar el desarrollo de capacidades que permitan contribuir en la formación de estudiantes científicamente competentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anijovich, R., Artopoulos, A., Furman, M. y Tarasow, F. [Tramar Ed] (9 de junio de 2020). *Pedagogía en tiempos de pandemia* [Archivo de video]. <https://www.youtube.com/watch?v=2fUZoMeu124&feature=youtu.be>
- Candón Gautier, L. (2019). *Las fake news como recurso para desarrollar la competencia digital: una proyección didáctica para un aula de 4º de ESO*. Tesis de Maestría. Universidad de Jaén. España.
- Cañas, A. y Martín Díaz, M. J. (2010). ¿Puede la competencia científica acercar la Ciencia a los intereses del alumnado? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (66), 80-87.
- Labate, H. (2016). *Hacia el desarrollo de capacidades*, publicación interna. Buenos Aires: Ministerio de Educación y Deportes de la Nación.
- Ministerio de Educación de la provincia de San Juan (2020). Resolución 631-ME-20.
- Organización Mundial de la Salud (2020). Resolución WHA73.1.
- Perdomo, B. (2008). Búsqueda y selección de textos en la internet para investigación científica. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 20(1), 109-116.
- Roegiers, X. (2016). Marco conceptual para la evaluación de las competencias. UNESCO. OIE. <http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/ipr4-roegiers-competenciesassessment>

- Espin, E. (2020). Los tratamientos pseudocientíficos en la Pandemia Covid-19: Aplanar la curva de Infodemia también salva vidas. *Revista Bionatura*, 6(3), 1181-1182.
<http://www.revistabionatura.com/2021.06.03.2.php>
- Sanvicén Torné, P. y Molina Luque, F. (2015). Efectos del uso de internet como fuente principal de información. Evidencias en estudiantes de primer curso universitario. *Prisma Social*, (15), 352-386.
- Roldan, O. (2003). Guía para la elaboración de un programa de estudio en educación a distancia. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tobón Tobón, S., Pimienta Prieto, J. y García Fraile, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson Educación.

Innovación para la enseñanza de la Química

LA QUÍMICA COMO HERRAMIENTA BÁSICA EN LA INTERPRETACIÓN DE DIFERENTES PROCESOS DE INTERÉS AGRONÓMICO

Paola N. Esteves^{1,3}, Micaela A. Sanchez¹, David H. Riquelme²

1- *Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ingeniería. Provincia de Neuquén, Argentina.*

2- *Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ciencias Agrarias. Provincia de Río Negro, Argentina.*

3- *IITCI (CONICET), Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina.*

E-mail: paola.esteves@fain.uncoma.edu.ar

Recibido: 06/10/2021. Aceptado: 10/10/2022.

Resumen. Para establecer relaciones entre los contenidos teóricos de la química con temáticas específicas de interés agronómico, se presentaron exposiciones sobre temas relacionados a la agronomía y actividades asociadas. Se utilizó la Plataforma de Educación a Distancia del Comahue (PEDCO) como medio de comunicación estudiantes-docentes y se implementó una metodología articulada entre los intereses del ingeniero agrónomo, su necesidad de adquirir conceptos químicos que lo ayuden en su desempeño como profesional y una asignatura básica para estudiantes universitarios de las carreras de ingeniería. Se procuró el desarrollo de competencias durante su formación, que le permitan intervenir en la toma de decisiones tanto en el campo laboral como en cuestiones de interés social. Se consiguió que el estudiante de ingeniería agronómica, adopte diferentes herramientas digitales y conceptos de la química, que le permitan perfeccionarse en ciencia y tecnología para poder aplicar dichos conocimientos en su desarrollo profesional.

Palabras clave. trabajo interdisciplinario, herramientas de química, agronomía.

Chemistry as a basic tool in the interpretation of different processes of agronomic interest

Abstract. To establish relationships between the theoretical contents of chemistry with specific topics of agronomic interest, exhibitions were presented on topics related to agronomy and associated activities. The Comahue Distance Education Platform (PEDCO) was used as a means of student-teacher communication and an articulated methodology was implemented between the interests of the agricultural engineer, his need to acquire chemical concepts that help him in his performance as a professional and a subject basic for university students of engineering careers. The development of skills during their training was sought, which allow them to intervene in decision-making both in the labor field and in matters of social interest. It was achieved that the agronomic engineering student adopts different digital tools and concepts of chemistry, which allow him to perfect himself in science and technology to be able to apply said knowledge in his professional development.

Keywords. interdisciplinary work, chemistry tools, agronomy.



FUNDAMENTACIÓN

Ante las diversas controversias asociadas al proceso de enseñanza virtual, desde la cátedra de química se buscó indagar sobre cambios en la metodología con el fin de lograr que el estudiante de ingeniería agronómica lograra un aprendizaje significativo. Bohigas y Periago (2010), citado en Durán-García y Durán-Aponte (2013), establecen que el diseño de actividades debe considerar los conocimientos previos y lograr identificar posibles errores para corregirlos en base a conceptos aprobados científicamente. A su vez, Gómez (2007) en Durán-García y Durán-Aponte (2013 p. 248), resalta que para lograr un aprendizaje significativo también es importante que los "estudiantes representen por qué y para qué servía aprender a resolver el nuevo tipo de problemas, cuál es su campo de aplicación y en qué se diferenciaba de los anteriores". Se persigue entonces evidenciar claramente las relaciones interdisciplinarias para, luego, poder contextualizar los contenidos. Se entiende al proceso de enseñanza como una secuencia de acciones o actividades que favorecen la adquisición de un concepto determinado en el proceso de construcción del conocimiento, mientras que el proceso de aprendizaje, comprende los procedimientos que un individuo realiza para procesar e incorporar un determinado contenido o parte de él, y que resulte ser significativo para dicha persona (Navarro Lores y Samón Matos, 2017). De esta manera, es posible incrementar la motivación de los alumnos, considerado éste un aspecto fundamental para el aprendizaje de las ciencias. Se pone el énfasis en la motivación "intrínseca" hacia el aprendizaje, por estar más vinculada a la búsqueda del significado y sentido de lo que se hace a través de estrategias de enseñanza basadas en la localización de centros de interés, el trabajo en equipo y la participación activa de los alumnos (Farias y Baschini, 2003). Esto permite que el estudiante desarrolle una comprensión significativa de los conceptos científicos en una clase de Química. Por su parte, para el desarrollo del perfil profesional se debe considerar un enfoque holístico sobre los problemas sociales, para lo cual es necesario la integración de equipos interdisciplinarios desde una perspectiva integradora para que exista una articulación de los saberes para aportar su visión de un fenómeno, para que de esta manera ante problemas actuales que demanda la sociedad, puedan tener soluciones integrales (Granda Asencio, Espinoza Freire y Mayon Espinoza, 2019).

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son los recursos, programas o herramientas usadas para administrar, procesar y compartir información a través de numerosos soportes tecnológicos (televisión, teléfonos móviles, tabletas, ordenadores, radios, internet). Las TIC facilitan la democratización del conocimiento, mejoran la calidad y la pertinencia del aprendizaje, refuerzan la inclusión y la equidad en la educación, porque favorecen no solo el acceso a la educación, sino que vuelven el proceso de aprendizaje más dinámico. La tecnología es un medio para transmitir una materia de manera efectiva, donde el docente actúa como un líder y organizador de proyectos que crea las condiciones para que los estudiantes trabajen, a su vez que los dirige a formas de trabajo expertas y productivas, pero les da responsabilidad y espacio (Mominó de la Iglesia y

Sigales Conde, 2016). En este sentido es que aparecen las plataformas de comunicación a distancia, dentro de la cual se puede crear un espacio de trabajo conocido como aula virtual, tendiente a respaldar el aula presencial y en donde es posible depositar los materiales de trabajo. Antes de la pandemia, las políticas TIC estaban enfocadas en la educación presencial y hoy estamos mirando la tecnología como herramienta para la educación a distancia o en un formato de aulas híbridas.

A lo largo del tiempo, se fue desarrollando una evolución en la educación en línea, cuyo surgimiento se debe a la formación asociada a la educación a distancia. Este modelo hace énfasis en la utilización de internet para el acceso a los contenidos y a las actividades de formación, siendo la interacción y la comunicación de gran importancia en el proceso. Actualmente, la educación en línea se ha expandido en sistemas que favorecen las redes de aprendizaje y el acceso a las plataformas desde diversos dispositivos, incluyendo a los dispositivos móviles que tienen gran relevancia en este formato de aprendizaje. La educación en la virtualidad, se gestiona mediante el apoyo del aula virtual, que es el espacio donde se organizan los diversos materiales disponibles, capítulos de libros, apuntes, documentos con información tales como programa, cronograma, calificaciones, guías de resolución de problemas, así como el acceso a videos explicativos (Begoña, 2018).

El siguiente trabajo presenta una experiencia en la modalidad virtual, del abordaje de contenidos conceptuales de la química desde un enfoque aplicado a la agronomía, con el objetivo de que el estudiante relacione los contenidos básicos de química con posibles aplicaciones de su futuro campo laboral y pueda potenciar, por otra parte, el uso de herramientas digitales, como estrategias tendientes a aumentar la motivación de los alumnos. Este enfoque interdisciplinario en educación, permitiría un análisis más global de las situaciones posibles a afrontar por un ingeniero agrónomo. Para ello, se propuso una secuencia de actividades que combinaba exposiciones, ejercicios prácticos, grupales e individuales, mediadas por el uso de las TIC.

METODOLOGÍA

- **Exposiciones orales**

En la primera semana de clases, la cátedra presentó una exposición introductoria sobre la "Relación de la agronomía con la química", con el objetivo de que los estudiantes pudieran reflexionar y buscar la relación entre ambas áreas. Durante el desarrollo del cursado, se realizaron exposiciones orales sobre temas relacionados a la agronomía, llevadas a cabo por el ayudante alumno de la materia y estudiante avanzado en la carrera. La primera presentación, abordó la temática de *Hidroponía* que conforma un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo, lo que presenta beneficios asociados a cultivos libres de parásitos y bacterias, así como ahorro de agua y fertilizantes. En base a este método, se hizo hincapié en la preparación de soluciones nutritivas, expresión de concentraciones, solubilidad en medios acuosos, determinación de las proporciones para hacer diluciones, así como el conocimiento de los nutrientes para las plantas y con ello los nombres de

distintos compuestos (Figura 1A). Por otra parte, se presentó el tema de *Control de Heladas*, asociado a los temas de radiación solar, diferencia entre calor y temperatura, curva de calentamiento-enfriamiento, fenología del cultivo, entre otros (Figura 1B), conceptos necesarios para evaluar los beneficios y/o perjuicios entre los diferentes métodos de control contra las heladas para el cuidado de los cultivos, incluyendo conceptos actitudinales.



Figura 1. Diapositivas de las exposiciones sobre temas en relación a la agronomía: A) Hidroponía B) Control de heladas.

• Actividades grupales

Esta propuesta de trabajo, estuvo acompañada por una metodología basada en la comunicación, en la cual se utilizó la Plataforma de Educación a Distancia del Comahue (PEDCO) como medio de comunicación virtual entre el alumno y los docentes, así como entre los propios estudiantes, que permite desarrollar y mejorar procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos virtuales mediante el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) de manera sincrónica y asincrónica.

A partir de la propuesta interdisciplinar sobre las exposiciones de interés agronómico, se realizaron actividades grupales mediante la *sección de grupos* que brinda la herramienta de videoconferencia *BigBlueButton* disponible en PEDCO. Se presentaron una serie de preguntas y ejercicios en el formato de Cuestionario, que debían debatir con su grupo para su resolución y de esta manera, seleccionar las opciones correctas; al finalizar se entregaba mediante la plataforma y obtenían la corrección de forma inmediata para que pudieran hacer su revisión. Tanto las exposiciones como las actividades propuestas, fueron de carácter optativo y las notas obtenidas no se consideraron eliminatorias para el cursado.

Los ejercicios planteados para el tema de Hidroponía, implicaron cálculos de preparación de soluciones nutritivas: a partir de la información de masa, volumen y sustancias implicadas, debían determinar las concentraciones molares y en porcentaje en masa o viceversa. Las actividades fueron presentadas como un cuestionario de *Emparejamiento* dentro del aula virtual, en el cual se debía asociar la pregunta o afirmación a la respuesta correcta (Figura 2). Para ello, fue necesario que los estudiantes realizaran una serie de cálculos en base a la expresión de concentración de soluciones y de forma implícita, que pudieran reconocer la nomenclatura de compuestos inorgánicos. Por otra parte, las actividades abarcaron la diferenciación de las propiedades entre soluciones, coloides y suspensiones, presentando imágenes de los resultados obtenidos mediante el ensayo del Efecto Tyndall, tal como se presenta en la figura 2.

Para preparar solución A se requieren las siguientes sales: 170g fosfato diácido de amonio $[(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4]$ y 550g nitrato de potasio, completando con agua hasta un volumen final de 5 litros.

Determine la concentración % m/v respecto de fosfato diácido de amonio

Si solo preparamos 3L de solución ¿Cuántos gramos de cada sal deberíamos haber medido de nitrato de potasio?


Determine la concentración molar de fosfato diácido de amonio

Determine la concentración molar de nitrato de potasio

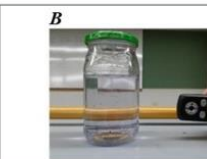
Determine la concentración % m/v respecto de nitrato de potasio

La imagen A es una mezcla de agua y arena, mientras que la imagen B es un mezcla de colorante y agua.

A



B



Clasifica el sistema A como solución, coloide o suspensión

Clasifica el sistema B como solución, coloide o suspensión

¿En cual de los sistemas se observa el efecto Tyndall?

Figura 2. Ejemplos de actividades de cuestionarios en PEDCO.

Otra modalidad adoptada, fue el trabajo a partir de la interpretación de textos y extracción de ideas principales. Los textos seleccionados abordaban el tema de sistemas acuosos salinos naturales: laguna de Mar Chiquita en la provincia de Córdoba, Argentina y el Mar Muerto en Israel, los cuales presentan características similares debido a su elevada salinidad y propiedades terapéuticas asociadas. De esta manera, se indagó en la interpretación de los mismos a partir de preguntas orientativas, tales como: *¿Qué similitudes y diferencias puedes destacar entre el Mar Muerto y la laguna de Mar Chiquita? ¿Cómo definirías químicamente a los sistemas formados por estos cuerpos de agua? ¿Qué tipo de sustancias lo forman? ¿Qué importancia tiene la concentración de sales en el agua para la vida y el aprovechamiento de los recursos de estas regiones?.* De esta manera, se logró trabajar en diferentes habilidades cognitivas tales como comprensión de textos, vocabulario específico e identificación de similitudes y diferencias.

Para la segunda instancia de la materia se abordaron los temas del segundo parcial y se propuso como temática de partida "El control de heladas", siendo este fenómeno, una de las problemáticas de interés en la región debido a los inconvenientes de los cultivos de fruta asociados al drástico descenso de temperatura desde el otoño hasta la primavera. En un principio, el ayudante alumno presentó una exposición del tema, donde inicialmente se abordaron conceptos de calor específico, radiación solar, longitudes de onda, calor latente, etc., asociados a la fenología de los cultivos para luego explicar los distintos tipos de métodos aplicados actualmente en el control de heladas, tales como riego por aspersión, quemadores de gasoil, ventiladores, riego por manto; al finalizar se presentó una actividad para determinar la cantidad de madera (combustible) por un lado, y agua por el otro, necesario para aplicar el

método contra heladas de quema de combustible y de aspersión respectivamente, teniendo como datos la superficie de la chacra, el tipo de cultivo y por ende la fenología del fruto, la eficiencia de la madera y la eficiencia por aspersión. A partir de ello, se realizó un debate durante la clase sobre los beneficios y perjuicios a nivel ambiental y económico de los diferentes métodos aplicados contra las heladas con el objetivo de abordar contenidos actitudinales. Uno de los métodos más cuestionados, fue la quema de distintos materiales combustibles para mantener la temperatura del cultivo, lo que trae aparejados problemas ambientales asociados al efecto invernadero y la contaminación visual por el humo ocasionado, que dificulta el tránsito por las rutas aledañas.

Entre las actividades a desarrollar por cuestionario (formato Emparejamiento), se presentan las siguientes preguntas a modo de ejemplo, que estaban acompañadas de imágenes representativas del fenómeno: *¿En qué región del espectro electromagnético se produce la mayor emisión solar? ¿Cuál es el proceso por el cual se mantiene la temperatura promedio en la Tierra? Establezca la diferencia entre calor y temperatura ¿Cuáles son las unidades utilizadas en cada caso? ¿Qué característica presenta el agua en cuanto a su calor específico? ¿A qué puede atribuirse este hecho? ¿Cómo contribuye esto a la preservación de la temperatura ambiente?* De esta manera, se buscaba que pudieran relacionar entre los nuevos conceptos (termoquímica) con los trabajados previamente (fuerzas intermoleculares).

En el mismo bloque de actividades, se presentaron ejercicios directamente relacionados con los fenómenos de radiación necesarios a considerar en los métodos contra las heladas, como el ejemplo que se presenta en la figura 3.

En los siguientes gráficos se muestran las radiaciones durante el día (a) y durante la noche (b) sobre una superficie, provenientes de: R_{sd} , radiación solar incidente, R_{su} radiación de la superficie de onda corta reflejada de la radiación solar, R_{ld} radiación de onda larga hacia la superficie, R_{lu} radiación de onda larga desde la superficie.

(a) Radiaciones durante el día

(b) Radiaciones durante la noche

Radiaciones durante la noche con signo + (positivo)

Radiaciones durante la noche con signo - (negativo)

Radiaciones durante el día con signo - (negativo)

Radiaciones durante el día con signo + (positivo)

Figura 3. Ejemplo de actividad relacionada con el tema de control de heladas.

Mediante las actividades propuestas en el aula virtual, se pretendía que los estudiantes pudieran practicar sobre el funcionamiento de un cuestionario en la plataforma, que luego sería utilizado para los exámenes parciales y con ello, que lograran administrar los tiempos de resolución de los ejercicios, así como conocer el funcionamiento del aula virtual para que, de esta manera, si se presentara alguna inquietud, pueda resolverse junto con los profesores de manera sincrónica. Por otro lado, la opción de "trabajo en grupos" mediante videoconferencia, buscaba la interacción entre pares en un ámbito más reducido, que diera lugar a la comunicación más fluida y al debate de las diferentes miradas de los estudiantes que, debido al aislamiento, no se conocían de forma presencial.

Con el objetivo de evaluar el impacto de la metodología propuesta, se llevó a cabo una encuesta a los estudiantes mediante formulario de *Google*. Para ello se plantearon preguntas en relación a: 1) el acceso a los dispositivos electrónicos y redes de internet para poder participar de las clases, 2) sobre el régimen de cursado, cronograma y organización de la cátedra, 3) la característica de los contenidos, si fueron actualizados, aplicados, interesantes, 4) aportes de la metodología para su aprendizaje: trabajos prácticos evaluativos, trabajos relacionados con la agronomía, clases sincrónicas, autoevaluaciones, trabajo grupal, entre otros. 5) funcionalidad del aula virtual 6) acompañamiento de los docentes.

RESULTADOS

Los resultados de los trabajos grupales indican que, de un total de 34 alumnos, el 38% aprobó ambas actividades, un 44% aprobó una de ellas, mientras que el 6% no logró el puntaje de aprobación y un 12% no participó (Figura 4). Estos resultados reflejan que, a pesar de que no se trató de actividades de carácter obligatorio y tampoco evaluativo (sumativo), se observó una gran participación del alumnado en las mismas.

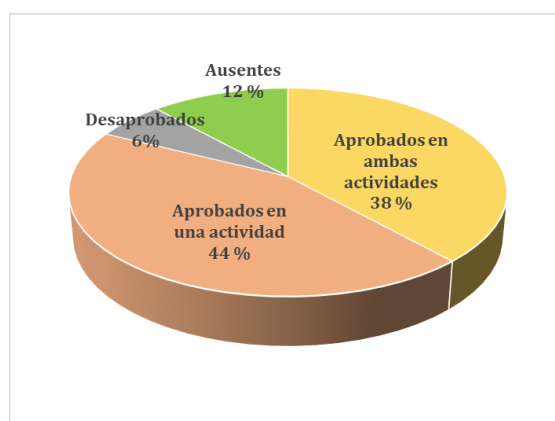


Figura 4. Resultados de las actividades desarrolladas por los estudiantes en PEDCO.

En función de las respuestas obtenidas de la encuesta al estudiantado, se puede apreciar en la Figura 5, que alrededor del 70% consideró que las exposiciones sobre temas de interés agronómico junto con las actividades asociadas, fueron relevantes para su proceso de aprendizaje, obteniendo resultados similares en relación a la implicancia del trabajo grupal. Por su parte, las clases sincrónicas por videoconferencia fueron consideradas sólo

en un 40% como relevantes, así como de relevancia media para su aprendizaje.

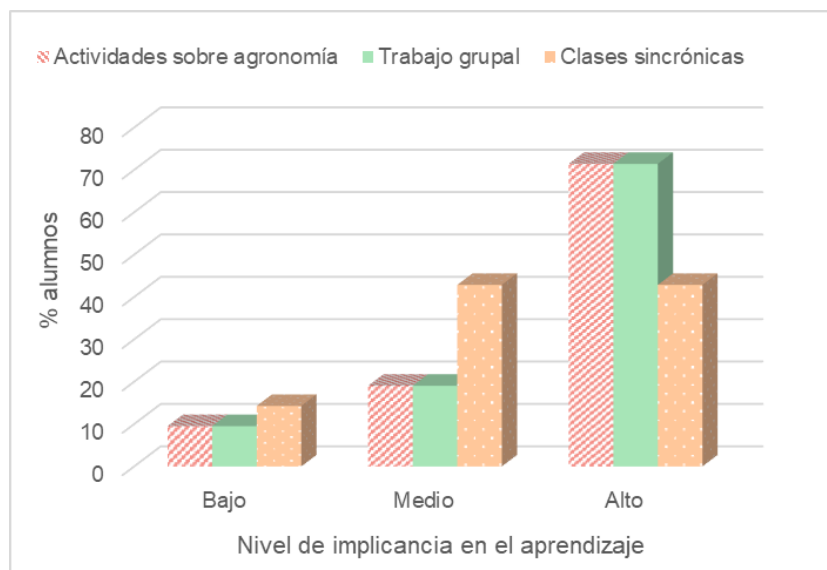


Figura 5. Resultados de las encuestas a los estudiantes.

CONCLUSIONES

Las actividades desarrolladas, generaron en los estudiantes un mayor interés en el estudio de la química, manifestando mayor preocupación por el estudio, responsabilidad con la entrega de los trabajos evaluativos en tiempo y forma, consulta sobre dudas de las guías prácticas y teorías, así como una mayor participación en las clases sincrónicas. En función de la encuesta, los estudiantes manifestaron que fue significativo en su aprendizaje las actividades asociadas a la aplicabilidad de los contenidos de química en agronomía, a partir de lo cual, es posible destacar la importancia que tiene la motivación en los estudiantes sobre temáticas de su interés y la implicancia en proponer mayor cantidad de actividades de trabajo interdisciplinario, que podría ampliarse al trabajo con otras materias del primer año. Por su parte, manifestaron que otro de los factores que ayudó en su proceso de aprendizaje fue el trabajo en grupos, teniendo en cuenta que permitió la interacción entre pares en la virtualidad, lo que se vio restringido durante el aislamiento.

Este tipo de actividades fue de ayuda para la comprensión de conceptos propios del área, tales como, calor latente, calor específico, diferencia entre calor y temperatura que, debido a su grado de abstracción, el alumno suele encontrar mayores obstáculos y resistencia. Esto se vio evidenciado en el desarrollo de trabajos prácticos evaluativos, que se presentaron en forma posterior a las presentaciones de agronomía.

Por su parte, el uso de las distintas herramientas digitales que nos brinda PEDCO, permitió que los estudiantes lograran conocer nuevas formas de evaluación mediante los cuestionarios que ofrece dicha plataforma que, además, presentan diferentes formatos y permiten incorporar imágenes representativas, que ayudan al estudiante a la comprensión de la actividad.

Por otro lado, este tipo de herramientas, fue relevante en la administración de los tiempos de resolución de problemas, para optimizarlo durante el parcial evaluativo.

Consideramos destacar la importancia en la estructuración de diversas actividades tanto individual como colaborativas, interactivas, de reflexión, expositivas, de creación, de evaluación, etc. que continuarán manteniendo la motivación del estudiante y la satisfacción por aprender de manera significativa en esta nueva circunstancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Begoña, G. S. (2018). La evolución del e-learning: del aula virtual a la red. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 69–78. <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.20577>
- Durán-García, M. E. y Durán-Aponte, E. E. (2013). Conceptos de calor y trabajo en un foro electrónico. Efectos de la autoeficacia computacional. *Educación química*, 24(2), 248.
- Farias, N. y Baschini, M. (2003). La importancia de los conocimientos de química en la formación del ingeniero agrónomo. *Educación química* 14(1), 26-30.
- Granda Asencio, L. Y., Espinoza Freire, E. E. y Mayon Espinoza, S. E. (2019). Las TIC como herramientas didácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Conrado*, 15(66), 104–110.
- Mominó de la Iglesia, J. M. y Sigales Conde, C. (2016). *El impacto de la TIC en la educación. Más allá de las promesas*. UOC ediciones.
- Navarro Lores, D. y Samón Matos, M. (2017). Redefinición de los conceptos método de enseñanza y método de aprendizaje. *EduSol*, 17(60), 26-32.

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

LA EDUCACIÓN EN QUÍMICA ESTUVO PRESENTE EN LOS 30 ENCUENTROS INTERNACIONALES DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Alicia Benarroch Benarroch

Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla, Universidad de Granada

Email: aliciabb@ugr.es

Recibido: 19/11/2022. Aceptado: 01/12/2022.

Resumen. Se presenta una reseña sobre los 30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales organizado por la Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE) y la Universidad de Granada, celebrado en la Ciudad de Melilla en septiembre de 2022. Se realiza una mención a la presencia de la Química en estos encuentros.

Palabras clave. reseña, APICE, didáctica de la química

Chemistry Education was Present at the 30 International Meetings of Teaching of Experimental Sciences

Abstract. A review is presented on the 30 International Meetings of Didactics of Experimental Sciences organized by the Spanish Association of Teachers and Researchers in Didactics of Experimental Sciences (APICE) and the University of Granada, held in the City of Melilla in September 2022. A mention is made to the presence of Chemistry in these meetings.

Keywords. review, APICE, teaching of chemistry

Los 30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales tuvieron lugar del 7 al 9 de septiembre de 2022 en la ciudad de Melilla (España) bajo el lema "La enseñanza de las ciencias en un entorno multicultural". Han estado precedidos por la sexta escuela de doctorado, que se ha celebrado los días 5 y 6 de septiembre de forma presencial también en la ciudad de Melilla.



Figura 1. Logo del evento sito en <https://www.30edcemelilla.es/>



Así recogía un periódico local el resultado de los Encuentros:

Todo un éxito. Así concluyen los 30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales que se acaban de clausurar. Más de 300 asistentes, entre los presenciales físicamente y los presenciales online, han compartido durante tres días intensivos, los resultados de sus investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias. Algunas de las temáticas más relevantes han sido la brecha de género, la sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la robótica educativa, los libros de texto, etc.

Veamos algunos ejemplos de correos recibidos de participantes que han llegado a sus ciudades de origen:

Ya de vuelta en casa, quería expresarte mi satisfacción por haber podido asistir a los 30 Encuentros. La excelente organización de las sesiones de trabajo, comidas y actividades variadas, nos ha permitido comprobar el buen estado y futuro del área, y ha actuado como un reconstituyente anímico después de la pandemia. Qué gran ciudad es Melilla.

Un breve correo para felicitarte de nuevo y darte las gracias por este magnífico encuentro y para comentarte que me he quedado maravillada con la ciudad de Melilla. Seguro que volveré. La organización ha sido espléndida, inmejorable...

Los más de 220 profesores de universidad que han asistido presencialmente, han alternado los espacios de debate y reflexión sobre la enseñanza de las ciencias, con foros gastronómicos y visitas turísticas por las que han explorado Melilla. Han disfrutado de las fiestas patronales de nuestra ciudad y han tenido acceso a su importante patrimonio cultural, natural y arquitectónico. Melilla, esa ciudad española y africana a la vez, desconocida por muchos, es hoy, afortunadamente, algo más conocida.

Los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales son los foros de mayor relieve del ámbito nacional español donde los expertos en la enseñanza de las ciencias discuten y debaten los avances que se realizan en esta materia. Desde sus inicios, han pretendido generar un foro de discusión y debate sobre la Enseñanza de las Ciencias (*Science Education*, en inglés), que favorezca el planteamiento de innovaciones y mejoras en esta área, y, en los últimos tiempos, el acercamiento de los proyectos STEM (acrónimo en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) a las aulas. La importancia de estos objetivos queda fuera de toda duda en una era caracterizada por el desarrollo tecnológico y por las fuertes repercusiones que tiene la preparación científica ciudadana en los sistemas de gobierno democráticos.

El primer encuentro tuvo lugar en 1980 en la ciudad de Granada. Desde entonces, han recorrido una gran extensión de la geografía española, incluso repitiendo en algunas ciudades, como Huelva, Málaga, Almería, Badajoz y A Coruña.

Melilla, que, como recoge la nota de prensa, es una ciudad desconocida por muchos, anhelaba llegar a ser también anfitriona de tan importante evento. Y este deseo se ha visto cumplido con la edición número 30 con la que los Encuentros se han estrenado en otro continente. Además, al realizarse los 30 encuentros en Melilla, que es un Campus de la Universidad de Granada, no se ha repetido la ciudad, pero sí la Universidad organizadora, que ha vuelto a ser la Universidad de Granada.

Estos 30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales han supuesto un importante reto de organización.

En primer lugar, porque la candidatura de Melilla fue presentada en 2018 en la Asamblea de APICE en A Coruña cuando no teníamos idea de la pandemia del COVID-19 que se avecinaba. Cuando ya en 2020 empezamos a organizar estos encuentros, estábamos en pleno confinamiento y apostamos irremediabilmente por un formato dual, esto es, presencial y virtual a la vez. Ello ha implicado duplicar los esfuerzos para que estos Encuentros hayan sido del agrado tanto de los asistentes presenciales como de los virtuales.

Otro aspecto importante es que se ha reforzado el carácter internacional de los Encuentros. Para ello, se amplió el comité científico con investigadores relevantes extranjeros y se alimentaron las redes sociales para atraer a participantes de otras latitudes. El propio nombre de los "30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales", ha recogido este objetivo.

El éxito de la convocatoria ha sido evidente, entre otros aspectos, por el número de investigadores asistentes y de participaciones obtenido. Concretamente, ha habido más de 300 inscritos procedentes de todas las universidades españolas y extranjeras, especialmente latinoamericanas, y, entre ellos, con mayoría los que proceden de Costa Rica, Argentina, Brasil, Chile y Colombia. Alrededor de 220 participantes han sido presenciales.

Se han expuesto 213 comunicaciones durante los tres días del Congreso. Estas comunicaciones están recogidas en las actas del congreso que se pueden descargar del área personal de los asistentes y que próximamente estarán en la web de APICE (<https://apicedce.com/category/actasencuentros/>). Todas ellas han sido sometidas a un estricto proceso de revisión de doble ciego por los miembros del Comité Científico. Y el resultado es a todas luces de una alta calidad científica. Las líneas temáticas han sido:

1. Educación científica y sociedad
2. Tecnologías y recursos aplicados a la educación científica

3. Innovación e investigación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en Educación Infantil y Primaria.
4. Innovación e investigación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en Educación Secundaria y Formación Profesional.
5. Innovación e investigación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la Universidad.
6. Formación inicial y permanente del profesorado (EI, EP, ESO, FP, Bachillerato y Universidad).

Algunas de las comunicaciones relacionadas directamente con los contenidos químicos fueron:

- ¿Qué sucede al calentar azúcar? Interpretaciones de preescolares sobre un cambio químico cotidiano.
- Análisis del lenguaje utilizado para la introducción de las reacciones químicas en libros de texto de Educación Primaria.
- Análisis Didáctico de la enseñanza de los modelos atómicos de los libros de texto: desde la LOGSE hasta la LOEM.
- Análisis y reflexiones preliminares sobre género y enseñanza de la química en currículum de Chile. Aportaciones teóricas.
- Cómo explica el alumnado de 5º de Primaria la implicación del aire en un fenómeno concreto.
- Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Ingenierías Industriales a través de microdebates. El caso de materiales para fabricar una escoba.
- El reciclaje de los residuos orgánicos como eje temático transformador en la formación inicial de maestros/as.
- Enseñanza-aprendizaje en torno al vino.
- Enseñar química en contextos educativos vulnerables a partir de estrategias remotas.
- Evaluación de la utilización de nuevas herramientas informáticas para el aprendizaje en el Grado de Enología.
- Ideas del profesorado de secundaria en formación inicial sobre la contaminación y transformaciones energéticas en los coches eléctricos y de combustible.
- Impacto de una secuencia de enseñanza-aprendizaje en las percepciones de estudiantes de secundaria sobre consecuencias y producción de plásticos.
- Las mezclas con agua. Una propuesta para la formación de maestros de Educación Infantil.
- Narrativas da experimentação na formação inicial de professores de Química.

- Narrativas da formação em rede no PIBID.
- PreVolTem: Un juego educativo de dados para la enseñanza de las leyes de los gases.
- Promoción de la discusión productiva en las prácticas profesionales de docentes de química en formación.
- Soluciones con Empatía: Aprendizaje de la Química en contextos cotidianos flexibles.
- Tensiones al diseñar e implementar secuencias de enseñanza – aprendizaje en Ciencias para la Ciudadanía por futuros profesores de Biología y Química.
- Un misterio gamificado para trabajar concepciones erróneas sobre la Química.
- una actividad en torno a los plásticos para aprender química en la etapa de secundaria desde los contextos medioambientales.
- Uso del conocimiento epistémico y desempeños del alumnado en el contexto de los modelos atómicos.

Además de las comunicaciones, en el programa se contemplaban también simposios, *workshops*, conferencias y mesas redondas. En la inauguración, tuvimos el honor de contar con la participación de la Rectora Magnífica de la Universidad de Granada, además de la Vicepresidenta de la Ciudad Autónoma de Melilla, y otros importantes representantes institucionales. Algunas de las intervenciones fueron:

- Conferencia: Evolución de los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (Fco. Javier Perales Palacios. Universidad de Granada).
- Conferencia: Bases neurocientíficas para impulsar la investigación en didáctica de las ciencias experimentales (Ángel Ezquerro Martínez. Universidad Complutense de Madrid).
- Mesa Redonda 1. La promoción del profesorado universitario. Acreditaciones y sexenios (Antonio de Pro Bueno, Vicente Mellado Jiménez, José María Oliva Martínez. Coordina: Susana García Barros).
- Mesa Redonda 2. La transferencia de la investigación en Didáctica de las Ciencias (José Miguel Vílchez González, José Reyes Ruiz Gallardo, Bárbara DAymerich Vadillo, Jordi Doménech Casal. Coordina: Marta Romero Ariza).

Como conclusión, se confirma que el objetivo por el que se iniciaron los Encuentros, está más vivo que nunca. Y ello no solo por el número de trabajos presentados, sino también por la calidad de los mismos y el aumento de los grupos y proyectos de investigación e innovación que avalan estas investigaciones y que se extienden por todo el estado español y países latinoamericanos.

Todo ello no hubiera sido posible sin la ayuda de los patrocinadores, entre los que destacamos:

- La Universidad de Granada, a través del Vicerrectorado de Investigación y Transferencia; así como a través de nuestro Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- La Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla; y
- El Grupo Editorial Anaya.

Y, sobre todo, la Consejería de Turismo, Emprendimiento y Activación Económica de la Ciudad Autónoma de Melilla, a través de la convocatoria de proyectos de interés turístico en régimen de concurrencia competitiva, donde tuvimos la suerte de ser seleccionados y con ello cubrir otro objetivo de estos Encuentros, que es dar a conocer Melilla como una ciudad con un importante patrimonio artístico, natural y arquitectónico, con todos los estándares para ser un destino turístico. Para ello, se ha combinado el típico formato congresual con un formato de encuentro abierto que pretende dar a conocer la ciudad mediante visitas guiadas acompañadas de charlas cuyo objetivo es una importante toma de contacto con lo que ofrece Melilla y una inmejorable oportunidad para la difusión de la ciudad. En este sentido, han sido también objetivos de los Encuentros:

- Mejorar la competitividad de Melilla como destino turístico, lugar de eventos, destino MICE (*Meeting, Incentives, Conferencing, Exhibitions*).
- Poner en valor su rico patrimonio cultural.
- Fomentar la relación universidad y empresas del sector turístico de la ciudad.
- Dar a conocer a Melilla como destino seguro (situación postcovid-19).
- Difundir nacional e internacionalmente la ciudad de Melilla a nivel académico, de profesionales universitarios y de potenciales turistas.



Para finalizar, unas breves palabras sobre la VI Escuela de Doctorado, la joya de la corona de los 30 Encuentros, celebrada durante los dos días previos a los 30 Encuentros, esto es, del lunes 5 por la mañana al martes 6 por la tarde. Estaba dirigida a alumnado de doctorado que se encontrara

realizando sus tesis en departamentos de las universidades de España y Portugal. Su objetivo ha sido el intercambio de preguntas, métodos y marcos de investigación entre toda la comunidad de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Se han desarrollado dos tipos de sesiones:

a) Sesiones de intercambio en grupos de 5 participantes y 2 supervisoras o supervisores, en las que cada uno disponía de 30-40 minutos para presentar su trabajo, preguntas y comentarios que fueron discutidos en el grupo (20 minutos de discusión) y puesta en común al gran grupo (15 minutos).

b) Talleres prácticos sobre metodología de investigación, impartido por doctoras o doctores del área.

En conclusión, una semana de lujo para la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

PREMIO NOBEL DE QUÍMICA 2022

Luz Lastres

Universidad de Buenos Aires

Email: klastres@gmail.com

Recibido: [06/11/2022](#). Aceptado: [21/11/2022](#).

Resumen. Se presenta una traducción al español de artículos difundidos en la página web de la página web del Premio Nobel. En esta traducción se incluye información referente a las investigaciones realizadas por Carolyn R. Bertozzi, Morten Meldal y K. Barry Sharpless para el desarrollo de la química click y la química bioortogonal, por las cuales fueron distinguidos por el Premio Nobel en Química en 2022.

Palabras clave. Premio Nobel, química click, química bioortogonal.

The Nobel Prize in Chemistry 2022

Abstract. A Spanish translation of articles published on the website of the Nobel Prize website is presented. This translation includes information regarding the research carried out by Carolyn R. Bertozzi, Morten Meldal and K. Barry Sharpless for the development of click chemistry and bioorthogonal chemistry, for which they were distinguished by the Nobel Prize in Chemistry in 2022.

Keywords. Nobel Prize, click chemistry, bioorthogonal chemistry.

Traducción al español de información contenida en los siguientes artículos:

The Nobel Prize in Chemistry 2022. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2022.
<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2022/summary/>

Press release. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2022.
<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2022/press-release/>




Popular information. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2022.
<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2022/popular-information/>



La Real Academia Sueca de Ciencias ha decidido otorgar el premio Nobel en Química 2022 a

Carolyn R. Bertozzi, Morten Meldal y K. Barry Sharpless

Por el desarrollo de la química click y la química bioortogonal

	<p>CAROLYN R. BERTOZZI Nacida en 1966 en EE. UU. PhD 1993 de UC Berkeley, CA, EE. UU. Anne T. y Robert M. Bass Profesor de la Universidad de Stanford, CA, EE. UU. e Investigadora, Instituto Médico Howard Hughes, EE. UU.</p>
	<p>MORTEN MELDAL Nacido en 1954 en Dinamarca. PhD 1986 de la Universidad Técnica de Dinamarca, Lyngby, Dinamarca. Profesor de la Universidad de Copenhague, dinamarca.</p>
	<p>BARRY SHARPLESS Nacido en 1941 en Filadelfia, Pensilvania, EE. UU. PhD 1968 de la Universidad de Stanford, CA, EE. UU. Profesor W. M. Keck En Scripps Research, La Jolla, CA, EE. UU.</p>

SIMPLEMENTE DICES CLICK, Y LAS MOLÉCULAS SE ACOPLAN.

El Premio Nobel de Química 2022 trata sobre hacer que los procesos difíciles sean más fáciles. Barry Sharpless y Morten Meldal han sentado las bases para una forma funcional de química, *la química click*, en la que los bloques de construcción moleculares se unen de manera rápida y eficiente. Carolyn

Bertozzi ha llevado la química click a una nueva dimensión y comenzó a utilizarla en organismos vivos.

Durante mucho tiempo, los químicos se han visto impulsados por el deseo de construir moléculas cada vez más complicadas. En la investigación farmacéutica, esto a menudo ha involucrado la recreación artificial de moléculas naturales con propiedades medicinales. Esto ha dado lugar a muchas construcciones moleculares admirables, pero generalmente consumen mucho tiempo y son muy caras de producir.

"El Premio de Química de este año trata de no complicar demasiado las cosas, sino de trabajar con lo fácil y sencillo. Las moléculas funcionales se pueden construir incluso siguiendo una ruta directa", dice Johan Åqvist, presidente del Comité Nobel de Química.

SU QUÍMICA FUNCIONAL HACE MARAVILLAS

*A veces las respuestas simples son las mejores. **Barry Sharpless** y **Morten Meldal** reciben el Premio Nobel de Química 2022 porque llevaron la química a la era del funcionalismo y sentaron las bases de la química click. Comparten el premio con **Carolyn Bertozzi**, quien llevó la química click a una nueva dimensión y comenzó a usarla para mapear células. Sus reacciones bioortogonales ahora están contribuyendo a tratamientos contra el cáncer más específicos, entre muchas otras aplicaciones (Figura 1).*



Figura 1. El Premio Nobel de Química de 2022.

Desde el nacimiento de la química moderna en el siglo XVIII, muchos químicos han utilizado la naturaleza como modelo a seguir. La vida misma es la prueba definitiva de la suprema capacidad de la naturaleza para crear complejidad química. Las magníficas estructuras moleculares que se encuentran en plantas, microorganismos y animales han estimulado a los

investigadores a intentar construir las mismas moléculas de forma artificial. La imitación de moléculas naturales también ha sido a menudo una parte importante en el desarrollo de productos farmacéuticos, porque muchos de ellos se han inspirado en sustancias naturales.

Siglos de conocimientos acumulados en química han demostrado su valor. Usando las herramientas sofisticadas que han desarrollado, los químicos ahora pueden crear las moléculas más asombrosas en sus laboratorios. Sin embargo, un problema desafiante es que las moléculas complejas deben construirse en muchos pasos, y cada paso crea subproductos no deseados, a veces más y a veces menos. Estos subproductos deben eliminarse antes de que el proceso pueda continuar y, para construcciones exigentes, la pérdida de material puede ser tan grande que apenas quede nada. Los químicos a menudo logran sus desafiantes objetivos, pero el camino puede llevar mucho tiempo y ser costoso. El Premio Nobel de Química 2022 trata sobre encontrar nuevos ideales químicos y dejar que la simplicidad y la funcionalidad tengan prioridad.

La química ha entrado en la era del funcionalismo

Barry Sharpless, quien ahora recibe su segundo Premio Nobel de Química, fue quien inició la bola de nieve. Alrededor del cambio de siglo, acuñó el concepto de química click para una forma funcional de química, donde los bloques de construcción moleculares se unen de manera rápida y eficiente. La bola de nieve se convirtió en una avalancha cuando Morten Meldal y Barry Sharpless, independientemente el uno del otro, descubrieron lo que se ha convertido en la joya de la corona de la química click: *la cicloadición de azida-alquino catalizada por cobre*.

Carolyn Bertozzi desarrolló reacciones click que pueden usarse dentro de organismos vivos. Sus *reacciones bioortogonales*, que ocurren sin alterar la química normal de la célula, se utilizan globalmente para mapear cómo funcionan las células. Algunos investigadores ahora están investigando cómo se pueden usar estas reacciones para diagnosticar y tratar el cáncer, algo a lo que volveremos. Sigamos ahora el primero de los dos hilos que conducen al Premio Nobel de Química 2022.

Sharpless cree que los químicos necesitan nuevos ideales

Empezamos a desentrañar este hilo en 2001, el mismo año en que Barry Sharpless recibió su primer Premio Nobel de Química. Sin embargo, eso aún estaba por suceder cuando él, en una revista científica, abogó por un enfoque nuevo y minimalista en química. Creía que era hora de que los químicos dejaran de imitar las moléculas naturales. Esto a menudo resultó en construcciones moleculares que eran muy difíciles de dominar, lo que es un obstáculo para el desarrollo de nuevos productos farmacéuticos.

Si se encuentra un producto farmacéutico potencial en la naturaleza, a menudo se pueden fabricar pequeños volúmenes de la sustancia para pruebas *in vitro* y ensayos clínicos. Sin embargo, si se requiere producción industrial en una etapa posterior, se necesita un nivel mucho más alto de eficiencia de producción. Sharpless usó un poderoso antibiótico, meropenem,

como ejemplo. Fueron necesarios seis años de trabajo de desarrollo químico para encontrar una forma de producir la molécula a gran escala.

Conseguir moléculas a la fuerza es caro

Un obstáculo para los químicos, según Barry Sharpless, fueron los enlaces entre los átomos de carbono que son tan vitales para la química de la vida. En principio, todas las biomoléculas tienen una estructura de átomos de carbono enlazados. La vida ha desarrollado métodos para crearlos, pero ha resultado notoriamente difícil para los químicos. La razón es que los átomos de carbono de diferentes moléculas a menudo carecen de un impulso químico para formar enlaces entre sí, por lo que deben activarse artificialmente. Esta activación conduce a menudo a numerosas reacciones secundarias no deseadas y a una costosa pérdida de material.

En lugar de intentar que los átomos de carbono reacios reaccionaran entre sí, Barry Sharpless alentó a sus colegas a comenzar con moléculas más pequeñas que ya tenían una estructura de carbono completa. Estas moléculas simples podrían luego unirse entre sí mediante puentes de átomos de nitrógeno o átomos de oxígeno, que son más fáciles de controlar. Si los químicos eligen reacciones simples, donde existe un fuerte impulso intrínseco para que las moléculas se unan entre sí, evitan muchas de las reacciones secundarias, con una pérdida mínima de material.

Click chemistry: química verde funcional con un gran potencial

Barry Sharpless llamó a este robusto método para construir moléculas química click, diciendo que incluso si la química click no puede proporcionar copias exactas de moléculas naturales, será posible encontrar moléculas que cumplan las mismas funciones. La combinación de bloques químicos simples de construcción hace posible crear una variedad casi infinita de moléculas, por lo que estaba convencido de que la química click podría generar productos farmacéuticos que fueran tan adecuados para su propósito como los que se encuentran en la naturaleza, y que podrían producirse a escala industrial.

En su publicación de 2001, Sharpless enumeró varios criterios que deben cumplirse para que una reacción química se denomine química click. Una de ellas es que la reacción debería poder ocurrir en presencia de oxígeno y en agua, que es un solvente barato y amigable con el medio ambiente.

También proporcionó ejemplos de varias reacciones existentes que creía que cumplirían con los nuevos ideales que había establecido. Sin embargo, nadie sabía aún de la brillante reacción que ahora se ha convertido casi en sinónimo de la química click: *la cicloadición de azida-alquino catalizada por cobre*. Esto estuvo a punto de ser descubierto en un laboratorio en Dinamarca.

Una sustancia inesperada en el recipiente de reacción de Meldal

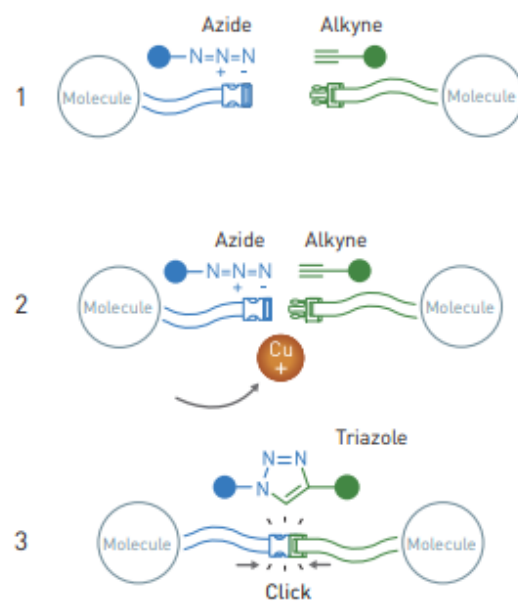
Gran parte del progreso científico decisivo ocurre cuando los investigadores menos lo esperan, y este fue el caso de Morten Meldal. En los primeros años de este siglo, estaba desarrollando métodos para encontrar potenciales sustancias farmacéuticas. Construyó enormes bibliotecas moleculares, que

podrían incluir cientos de miles de sustancias diferentes, y luego las analizó todas para ver si alguna de ellas podía bloquear los procesos patógenicos.

Mientras hacía esto, un día él y sus colegas llevaron a cabo una reacción puramente rutinaria. No es necesario que recuerdes esto, pero su objetivo era hacer reaccionar un *alquino* con un *haluro de acilo*. La reacción generalmente transcurre sin problemas, siempre que los químicos agreguen algunos iones de cobre y tal vez una pizca de paladio como catalizadores. Pero cuando Meldal analizó lo que sucedió en el recipiente de reacción, encontró algo inesperado. Resultó que el alquino había reaccionado con el extremo equivocado de la molécula de haluro de acilo. En el extremo opuesto había un grupo químico llamado *azida* (ver Figura 2). Junto con el alquino, la azida creó una estructura en forma de anillo, un *triazol*.

The click reaction that changed chemistry

Azides and alkynes react very efficiently when copper ions are added. This reaction is now used globally to link molecules together in a simple manner.



©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Figura 2. La reacción click que cambió la química. Las azidas y los alquinos reaccionan de forma muy eficaz cuando se añaden iones de cobre. Esta reacción ahora se usa globalmente para unir moléculas de una manera simple.

Esta reacción fue algo especial

Las personas que entienden algo de química pueden saber que los triazoles son estructuras químicas útiles; son estables y se encuentran en algunos productos farmacéuticos, tintes y productos químicos agrícolas, entre otras sustancias. Debido a que los triazoles son componentes químicos deseables, los investigadores habían intentado crearlos previamente a partir de alquinos

y azidas, pero esto generó subproductos no deseados. Morten Meldal se dio cuenta de que los iones de cobre habían controlado la reacción de modo que, en principio, solo se formaba una sustancia. Incluso el haluro de acilo, que realmente debería haberse unido al alquino, permaneció más o menos intacto en el recipiente. Por lo tanto, era obvio para Meldal que la reacción entre la azida y el alquino era algo excepcional.

Presentó su descubrimiento por primera vez en un simposio en San Diego, en junio de 2001. Al año siguiente, 2002, publicó un artículo en una revista científica, mostrando que la reacción se puede utilizar para unir numerosas moléculas diferentes.

Las moléculas se unen rápida y eficientemente

Ese mismo año, independientemente de Morten Meldal, Barry Sharpless también publicó un artículo sobre la reacción catalizada por cobre entre azidas y alquinos, demostrando que la reacción funciona en agua y es confiable. Lo describió como una reacción click "ideal". La azida es como un resorte comprimido, donde el ion de cobre libera la fuerza. El proceso es robusto y Sharpless propuso que los químicos podrían usar la reacción para unir fácilmente diferentes moléculas. Describió su potencial como enorme.

En retrospectiva, podemos ver que tenía razón. Si los químicos quieren unir dos moléculas diferentes, ahora pueden, con relativa facilidad, introducir una azida en una molécula y un alquino en la otra. Luego unen las moléculas con la ayuda de algunos iones de cobre.

Las reacciones click se pueden utilizar para crear nuevos materiales

Esta simplicidad ha llevado a que la reacción se vuelva tremendamente popular, tanto en los laboratorios de investigación como en el desarrollo industrial. Entre otras cosas, las reacciones click facilitan la producción de nuevos materiales que se ajustan a su propósito. Si un fabricante agrega una azida en la que se puede hacer click a un plástico o fibra, cambiar el material en una etapa posterior es sencillo; es posible hacer click en sustancias que conducen la electricidad, captan la luz solar, son antibacterianas, protegen de la radiación ultravioleta o tienen otras propiedades deseables. Los suavizantes también se pueden encajar en los plásticos, para que no se filtren más tarde. En la investigación farmacéutica, la química click se utiliza para producir y optimizar sustancias que potencialmente pueden convertirse en productos farmacéuticos.

Hay muchos ejemplos de lo que puede lograr la química click. Sin embargo, algo que Barry Sharpless no predijo fue que se utilizaría en seres vivos. Ahora vamos a desentrañar el segundo hilo conductor del Premio Nobel de Química 2022.

Bertozzi comienza a investigar los escurridizos carbohidratos

Este hilo comienza en la década de 1990, cuando la bioquímica y la biología molecular progresaban en forma explosiva. Usando nuevos métodos en biología molecular, investigadores de todo el mundo mapeaban genes y

proteínas en sus intentos por comprender cómo funcionan las células. Había un espíritu pionero y cada día se generaba nuevo conocimiento sobre áreas que alguna vez habían sido *terra incognita*.

Sin embargo, un grupo de moléculas comenzó a recibir atención: los glicanos. Estos son carbohidratos complejos que se construyen a partir de varios tipos de azúcar y a menudo se asientan en la superficie de las proteínas y las células. Desempeñan un papel importante en muchos procesos biológicos, como cuando los virus infectan las células o cuando se activa el sistema inmunitario. Los glicanos son, por tanto, moléculas interesantes, pero el problema era que las nuevas herramientas de la biología molecular no se podían utilizar para estudiarlos. Cualquiera que quisiera entender cómo funcionan los glicanos se enfrentaba a un enorme desafío. Solo unos pocos investigadores estaban preparados para intentar escalar esa montaña, y uno de ellos fue Carolyn Bertozzi.

Bertozzi tiene una idea brillante...

A principios de la década de 1990, Carolyn Bertozzi comenzó a mapear un glicano que atrae a las células inmunitarias a los ganglios linfáticos. La falta de herramientas eficientes significó que se necesitaron cuatro años para comprender cómo funcionaba el glicano. Este desafiante proceso la hizo soñar con algo mejor, y tuvo una idea. Durante un seminario, escuchó a un científico alemán que explicó cómo había logrado que las células produjeran una variante no natural del *ácido siálico*, uno de los azúcares que forman los glicanos. Por lo tanto, Bertozzi comenzó a preguntarse si podría usar un método similar para hacer que las células produzcan ácido siálico con un tipo de control químico. Si las células pudieran incorporar el ácido siálico modificado en diferentes glicanos, podría usar el identificador químico para mapearlos. Podría, por ejemplo, adjuntar una molécula fluorescente al identificador. La luz emitida revelaría entonces dónde estaban escondidos los glicanos en la célula.

Este fue el comienzo de un largo y enfocado trabajo de desarrollo. Bertozzi comenzó a buscar en la literatura científica identificadores químicos y una reacción química que pudiera usar. Esta no fue una tarea fácil, porque el identificador no debe reaccionar con ninguna otra sustancia en la célula. Tenía que ser insensible a absolutamente todo excepto a las moléculas que iba a vincular al identificador. Estableció un término para esto: la reacción entre el identificador y la molécula fluorescente tenía que ser *bioortogonal*.

...y logra que los glicanos ocultos se revelen

Para resumir, en 1997 Carolyn Bertozzi logró demostrar que su idea realmente funcionó. El siguiente avance ocurrió en 2000, cuando encontró el identificador químico óptimo: una azida. Modificó una reacción conocida, *la reacción de Staudinger*, de una manera ingeniosa y la usó para conectar una molécula fluorescente a la azida que introdujo en los glicanos de las células. Debido a que la azida no afecta a las células, incluso se puede introducir en los seres vivos.

Con esto ya le había dado un importante regalo a la bioquímica. Con un poco de creatividad química, su reacción de Staudinger modificada se puede usar para mapear células en una variedad de formas, pero Bertozzi aún no estaba satisfecha. Se había dado cuenta de que el identificador químico que usaba, la azida, tenía mucho más que ofrecer.

Sopla nueva vida en una vieja reacción

En ese momento, se estaba corriendo la voz entre los químicos sobre la nueva química click de Morten Meldal y Barry Sharpless, por lo que Carolyn Bertozzi era muy consciente de que su identificador, la azida, puede hacer click rápidamente en un alquino siempre que haya iones de cobre disponibles. El problema es que el cobre es tóxico para los seres vivos. Entonces, una vez más, comenzó a profundizar en la literatura y descubrió que en 1961 se había demostrado que las azidas y los alquinos pueden reaccionar de una manera casi explosiva, sin la ayuda del cobre, si el alquino se fuerza en una estructura química de anillo. La tensión crea tanta energía que la reacción transcurre sin problemas.

La reacción funcionó bien cuando la probó en células. En 2004, publicó la reacción click sin cobre, llamada *cicloaddición de alquino-azida promovida por tensión*, y luego demostró que se puede usar para rastrear glicanos (ver Figura 3 en la página siguiente).

Las reacciones click ponen el foco en la célula

Este hito fue también el comienzo de algo mucho más grande. Carolyn Bertozzi ha seguido refinando su reacción click, por lo que funciona aún mejor en entornos celulares. Paralelamente, ella y muchos otros investigadores también han utilizado estas reacciones para explorar cómo interactúan las biomoléculas en las células y para estudiar los procesos de las enfermedades.

Un área en la que se enfoca Bertozzi son los glicanos en la superficie de las células tumorales. Sus estudios han llevado a la conclusión de que algunos glicanos parecen proteger a los tumores del sistema inmunitario del cuerpo, ya que hacen que las células inmunitarias se apaguen. Para bloquear este mecanismo de protección, Bertozzi y sus colegas han creado un nuevo tipo de fármaco biológico. Han unido un anticuerpo específico de glicanos a enzimas que descomponen los glicanos en la superficie de las células tumorales. Este fármaco ahora se está probando en ensayos clínicos en personas con cáncer avanzado.

Bioorthogonal chemistry illuminates the cell

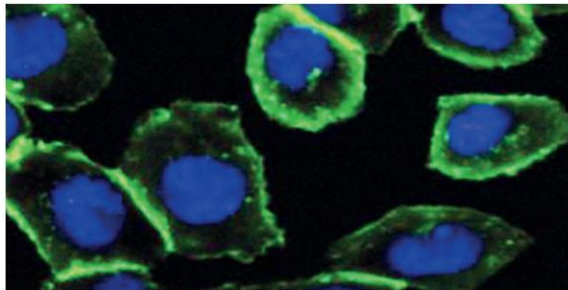
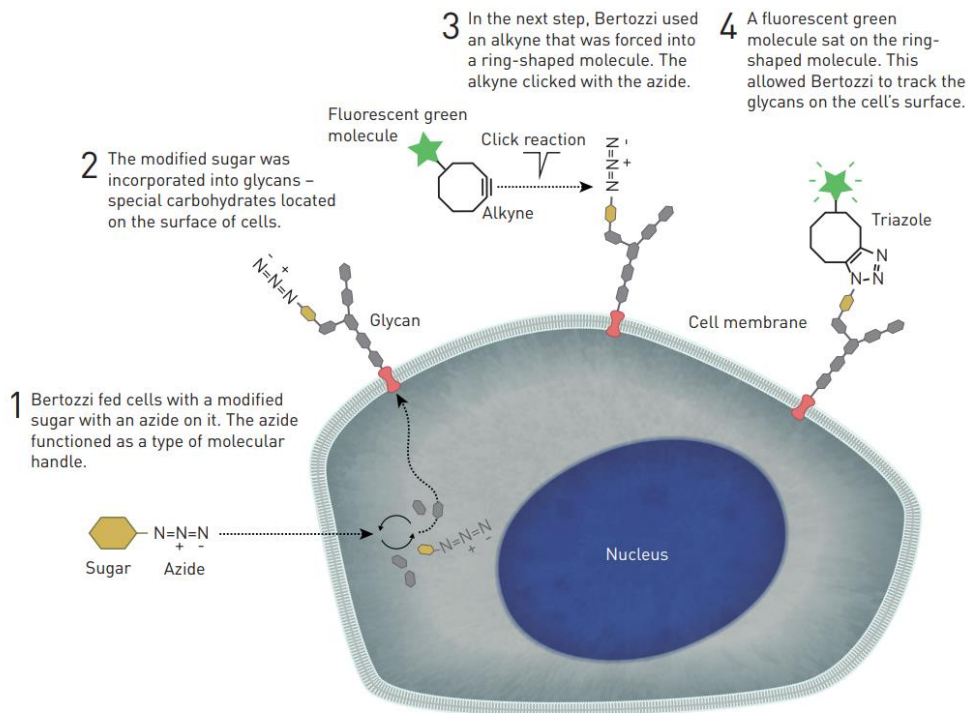


Image from *Proc Natl Acad Sci USA* (2007) 104:16793–16797

©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Bertozzi used the strain-promoted click reaction to track glycans. They have a green glow in the picture. The cell nucleus is coloured blue. Thanks to the glycans' green glow, Bertozzi was able to follow them in the cell.

Figura 3. La química bioortogonal ilumina la célula.

- 1.- Bertozzi alimentó células con un azúcar modificado con una azida, que funcionó como identificador.
 - 2.- El azúcar modificado se incorporaba a un glicano, un carbohidrato especial ubicado sobre la superficie de la célula.
 - 3.- En el paso siguiente, Bertozzi usó un alquino forzado a una estructura molecular en anillo. El alquino clicó con la azida.
 - 4.- Sobre el anillo se ubicaba una molécula verde fluorescente. Esto le permitió a Bertozzi rastrear el glicano sobre la superficie de la célula.
- Bertozzi usó una reacción click promovida por tensión para rastrear glicanos. Estos tienen un brillo verde en la imagen. El núcleo de la célula está coloreado en azul. Gracias al brillo verde de los glicanos, Bertozzi pudo seguirlos en la célula.

Muchos investigadores también han comenzado a desarrollar anticuerpos “clickeables” que se dirigen a una variedad de tumores. Una vez que los anticuerpos se adhieren al tumor, se inyecta una segunda molécula que hace click en el anticuerpo. Por ejemplo, este podría ser un radioisótopo que se puede usar para rastrear tumores usando un escáner PET o que puede dirigir una dosis letal de radiación a las células cancerosas.

Elegante, ingeniosa y novedosa, pero sobre todo útil

Todavía no sabemos si estas nuevas terapias funcionarán, pero una cosa está clara: la investigación acaba de abordar el enorme potencial de la química click y la química bioortogonal. Cuando Barry Sharpless dio su primera conferencia Nobel en Estocolmo en 2001, habló sobre su infancia, que estuvo teñida por los valores simples de los cuáqueros y ha influido en sus ideales. Él dijo:

“Elegante” e “inteligente” eran los elogios químicos de elección cuando comencé a investigar, al igual que “novedoso” es un gran elogio ahora. Quizás los cuáqueros son los responsables de que yo valore más lo “útil”.

Estas cuatro palabras de elogio son necesarias para hacer justicia a la química de la que él, Carolyn Bertozzi y Morten Meldal han sentado las bases. Además de ser elegante, ingeniosa, novedosa y útil, también brinda el mayor beneficio a la humanidad.

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.

E-mail: asfarré@unrn.edu.ar

Recibido: 19/11/2022. Aceptado: 01/12/2022.

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

CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS DE LA SALUD

Organizado por la Facultad de Medicina de la Universidad de Concepción
17 al 19 de enero de 2023, Concepción, Chile

<https://sumatealiberoamericano.udec.cl/>

XXI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA - DEMOCRATIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA: (DES)CAMINHOS DAS POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS

Organizado por la División Enseñanza de la Química de la Sociedad Brasileira de Química

Inscripciones: hasta 25 de abril de 2023

1 al 03 de marzo de 2023, Uberlandia, MG., Brasil

<https://eventos.ufu.br/xxieneg>

VII IEEE CONGRESO MUNDIAL DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA (EDUNINE2023) - REIMAGINANDO LA INGENIERÍA - HACIA LA PRÓXIMA GENERACIÓN DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA, COMBINANDO TECNOLOGÍAS EN UN MUNDO CONECTADO

Organizado por la Universidad Central y la Universidad del Rosario.
12 al 15 de marzo de 2023, Bogotá, Colombia. **Modalidad híbrida**



<https://edunine.eu/edunine2023/sp/awards.html>

XXXI CONGRESO EDUCACIÓN QUÍMICO FARMACÉUTICA / XXVII REUNIÓN ESTUDIANTES DE FARMACIA

Organizado por el Colegio Nacional de Químicos Farmacéuticos Biólogos México, A.C. en colaboración con la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México

Envío de trabajos: hasta 27 de enero de 2023

Inscripciones: hasta 13 de marzo de 2023 (16 hs.)

14 al 17 de marzo de 2023, México

<https://colegioqfb.org.mx/events/xxx-i-congreso-educacion-quimico-farmaceutica-xxvii-reunion-estudiantes-de-farmacia/>

1^{ER} CONGRESO INTERNACIONAL VIRTUAL EN EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE, EDES

Organizado por el Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente, A.C. y la Universidad Autónoma de Baja California, a través de la Facultad de Ciencias Humanas.

Envío de comunicaciones en extenso: hasta 8 de enero del 2023

16 al 18 de marzo de 2023. **Modalidad virtual**

https://www.cenid.org.mx/congreso_edes/

2023 ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE (NARST) - REFLECTING ON REFORM

18 al 21 de abril de 2023, Hilton Chicago, 720 S. Michigan Ave

<https://narst.org/conferences/2023-annual-conference>

IV EDUCATING THE EDUCATORS (ETE IV) - STEM & OPEN SCHOOLING FOR SUSTAINABILITY EDUCATION

Organizada por Utrecht University y Naturalis en colaboración con el proyecto MOST, el consorcio ICSE y ECENT-ELWIER.

Envío de comunicaciones: hasta 4 de diciembre de 2022.

11 y 12 de mayo de 2023, Naturalis Museum, Leiden, Países Bajos.

<https://icse.eu/educating-the-educators/>

VIII CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA 2023

Organizado por la Asociación Colombiana para la Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología (EDUCyT)

Envío de Comunicaciones: 28 de febrero de 2023

4 al 6 de Mayo, Montería, Colombia

Más información: educyt2023@gmail.com

**WCCE11 - 11th WORLD CONGRESS OF CHEMICAL ENGINEERING.
IACCHE - XXX INTERAMERICAN CONGRESS OF CHEMICAL
ENGINEERING. CAIQ2023 - XI ARGENTINIAN CONGRESS OF
CHEMICAL ENGINEERING. CIBIQ2023 - II IBEROAMERICAN
CONGRESS OF CHEMICAL ENGINEERING**

Organizado por la Asociación Argentina de Ingenieros Químicos

Inscripción temprana: hasta 15 de marzo de 2023

4 al 8 de Junio de 2023, Buenos Aires, Argentina

<https://www.wcce11.org/>

**VIII CONGRESO INTERNACIONAL DE DOCENCIA UNIVERSITARIA
CINDU 2023 - SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURO DE LA EDUCACIÓN
UNIVERSITARIA**

Organizado por la Universidad de Vigo

Envío de trabajos: hasta 15 de marzo de 2023

Inscripción temprana: hasta 15 de marzo de 2023

12 al 15 de junio 2023, **Modalidad virtual**

<http://cindu2023.webs.uvigo.es/index.html>

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