

# Educación en la Química

**Volumen 28**  
**Número 1**

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



latindex



LatinREV  
Red Latinoamericana de Revistas en Ciencias Sociales

ERIH PLUS  
EUROPEAN REFERENCE INDEX FOR THE  
HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES



LivRe  
Periódicos de livre acesso

Google Académico

## 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*

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

### **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 Bahía, 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:

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

## **Tabla de Contenidos**

### **Editorial**

- La revista EDENLAQ en los portales del Mundo  
*María Gabriela Lorenzo y Germán Hugo Sánchez* 1-2

### **Investigación en Didáctica de la Química**

- Abordaje del modelo atómico de Rutherford en libros de texto de ESB  
*Silvia Carolina Aragón, Carla I. Maturano, Claudia A. Mazzitelli* 3-15

### **Innovación para la Enseñanza de la Química**

- Aplicación del concepto de Hormesis en la Enseñanza de la Química de los Metales de Transición  
*Fabiana Lairion, Christian Saporito Magriñá, Alejandra Cimato, Margarita Martínez Sarrasague, Marisa Gabriela Repetto* 16-27

- Producción y comunicación: Una propuesta alternativa de evaluación en la Universidad  
*María Soledad Islas, Nayla Jimena Lores* 28-41

- El desafío de abordar virtualmente los prácticos de laboratorio en la formación docente en tiempos de pandemia  
*Nora Raquel Nappa, Susana Beatriz Pandiella* 42-51

- Uso de herramientas tecnológicas en la Enseñanza de "La Estructura de la Materia y su Constitución"  
*Fernando Gabriel Olivares* 52-62

- Incorporación de realidad aumentada como propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de ciencias  
*María Alejandra Carrizo, Marta Estefanía Barutti, Sofía Belén Soto* 63-73

- Realidad Aumentada como recurso disruptivo para explorar la Química Orgánica  
*Mario Fernando Bustillo López, Liliana Ferrer, Silvina Videla, Gabriela Ohanian, Sergio Vardaro* 74-83

### **La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo**

- La Epistemología en la formación de los profesores en el área de Ciencias Naturales en la Provincia de Santa Fe desde la recuperación de la democracia (Resumen de Tesis)  
*Andrea María Pacífico, María Gabriela Lorenzo* 84-89

- La Educación en Química estuvo presente en la Sexta Edición del Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas  
*Juliana Huergo* 90-93

- Congresos, jornadas, seminarios de aquí y de allá...  
*Andrea S. Farré* 94-99

## *Editorial*

### **LA REVISTA EDENLAQ EN LOS PORTALES DEL MUNDO**

Este número, que inicia el volumen 28 de la revista *Educción en la Química*, viene acompañado de buenas noticias que nos animan a continuar el trabajo de visibilización de nuestra revista en toda la Argentina y más allá de nuestras fronteras.

Durante los últimos meses, hemos sido notificados de que nuestra revista EDENLAQ ha sido incorporada en dos bases de datos europeas, el *Índice de Referencias Europeo para las Humanidades y las Ciencias Sociales* (ERIHPLUS – European References Index for the Humanities and Social Sciences) y el *Directorio de Revistas Científicas y Académicas* (EuroPub – Directory of Academic and Scientific Journals). Estas novedades son fruto de los procesos iniciados hace unos años orientados a aumentar la visibilidad de la revista para que más profesoras y profesores de química, en todo el mundo, puedan conocer las experiencias y las investigaciones realizadas por la comunidad de profes de ADEQRA.

Este año, trae nuevos desafíos para las y los educadores en general, hemos vuelto a la presencialidad, lo que trae consigo la necesidad de pensar en nuevos modelos de enseñanza que puedan recuperar los aprendizajes construidos durante la pandemia.

En este número 1 de 2022, se publican siete artículos, un resumen de tesis y una reseña de congreso. Algunos de estos artículos corresponden a una versión ampliada y revisada de algunos trabajos que fueron presentados en la XIX *Reunión de Educadores en la Química* (REQ) celebrada en agosto de 2021, evento coorganizado por la Universidad Nacional de Misiones y ADEQRA.

En la sección *Investigación en Didáctica de la Química*, se compiló un artículo que presenta resultados sobre cómo se presenta el modelo de Rutherford en libros de texto de nivel secundario utilizados en la Argentina, analizando tanto textos verbales como las imágenes referidas al modelo en cuestión.

Luego, en la segunda sección, *Innovación para la Enseñanza de la Química*, se incluyen trabajos que muestran diferentes innovaciones en aulas de universidad y en la formación docente. Esperamos que las diferentes propuestas y reflexiones compiladas aquí, sean de inspiración para continuar transformando la educación en la pospandemia.

Finalmente, en la sección *La Educación en la Química en Argentina y el Mundo* se presenta el resumen de una nueva tesis de doctorado en Educación en Ciencias Experimentales en el Programa de la Universidad Nacional del Litoral, una reseña del Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CLICAP) y el clásico informe con datos y fechas de los próximos congresos y seminarios.



Esperamos que las páginas de este número les brinde elementos útiles para su trabajo áulico y reflexionar sobre las prácticas docentes. Invitamos a nuestras/os lectores a enviar sus artículos, ya sean de investigación o de innovación, reseñas de congresos u otra información que pueda ser de interés para nuestra comunidad.

Por último, como educadores en la Química celebramos la proclamación del 2022 como el Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible por la Organización de las Naciones Unidas.

María Gabriela Lorenzo y Germán Hugo Sánchez

*Dirección Editorial*

Junio de 2022

# *Investigación en didáctica de la Química*

## **ABORDAJE DEL MODELO ATÓMICO DE RUTHERFORD EN LIBROS DE TEXTO DE ESB**

Silvia Carolina Aragón<sup>1</sup>, Carla I. Maturano<sup>1,2</sup>, Claudia A. Mazzitelli<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Ignacio de la Roza 230 (oeste). Capital. San Juan.*

<sup>2</sup>*Departamento de Física y de Química. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Ignacio de la Roza 230 (oeste). Capital. San Juan.*

<sup>3</sup>*CONICET. Godoy Cruz 2290, CABA, Argentina.*

E-mail: [aragonsilviacarolina@gmail.com](mailto:aragonsilviacarolina@gmail.com)

Recibido: 29/09/2021. Aceptado: 02/06/2022.

**Resumen.** En este trabajo nos proponemos analizar con fines didácticos cómo los libros de texto presentan el modelo atómico de Rutherford y sus bases experimentales desde una perspectiva multimodal que involucra tanto los textos verbales como las imágenes referidas a este. Seleccionamos una muestra de cinco libros de texto de la Educación Secundaria Básica (ESB) argentina de edición reciente. En relación con los textos verbales examinamos el género, infiriendo si describe o explica, e identificamos ideas que aluden a la contextualización histórica de su formulación y que se vinculan con la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico. Con respecto a las imágenes analizamos su significado ideacional y, por último, buscamos las relaciones lógico-semánticas entre los modos verbales y visuales. Los resultados muestran que las asociaciones necesarias para la comprensión no son obvias y su realización por parte del estudiantado requeriría de un acompañamiento docente mediante consignas de trabajo específicas.

**Palabras clave.** modelos atómicos, modelo de Rutherford, libros de texto, Educación Secundaria.

### **The Approach to the Rutherford Atomic Model in Basic Secondary Education Textbooks**

**Abstract.** In this work we propose to analyze for didactic purposes how textbooks present Rutherford's atomic model and its experimental bases from a multimodal perspective that involves both verbal texts and images related to them. We selected a sample of five recently published Argentine Basic Secondary Education textbooks. In relation to the verbal texts, we examine the genre, inferring whether it describes or explains, and we identified ideas that allude to the historical contextualization of its formulation and that are linked to the nature of science and the scientific work. With regard to images, we analyzed their ideational meaning and, finally, we looked for the logicalsemantic relationships between the verbal and the visual modes. The results show that the relationships necessary for the student's comprehension are not obvious and would require the teacher's mediation through specific task instructions.

**Keywords.** atomic models, Rutherford model, textbooks, secondary education.



## INTRODUCCIÓN

Los libros de texto de Ciencias Naturales (en adelante LT) continúan siendo el principal recurso en las aulas y en determinadas ocasiones el único, más allá de las innumerables propuestas que plantean las nuevas tecnologías (Maturano y Mazzitelli, 2018; Bolado, 2019; Zang, Giacosa y Chrobak, 2019). Al mismo tiempo, sus propuestas pedagógicas influyen de forma determinante en la estructuración de la dinámica áulica ya que expresan de manera más concreta los saberes disciplinares incluidos en el currículum oficial, a través de una presentación didáctica (Zang, Giacosa y Chrobak, 2019).

Los contenidos científicos se abordan en los LT desde una perspectiva que integra múltiples sistemas que se conjugan para construir significado (Lemke, 2004; Kress, 2009). En los LT de ciencias de la ESB, generalmente se incluyen recursos que se restringen a combinar los sistemas que Parodi (2010) denomina sistema verbal (basado en lo lingüístico para la expresión de significados), sistema gráfico (para la presentación de la información en formatos tales como fotografías, diagramas, tablas, etc.) y sistema tipográfico (constituido por la forma, tamaño y color de las letras).

Numerosas investigaciones (Cid Manzano y Da Silva Alonso, 2012; Zang, Giacosa y Chrobak, 2019; Bolado, 2019) muestran que los LT de ciencias- tanto de nivel secundario como universitario- han sido objeto de análisis en las últimas décadas a nivel nacional e internacional. En el ámbito de la enseñanza de la Química, se destacan estudios dedicados al abordaje que hacen los LT de los constituyentes submicroscópicos de la materia tales como moléculas, átomos y iones, incluidos como uno de los ejes centrales en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios para la ESB (ME, 2013). Algunos de los estudios mencionados, realizados fuera del contexto educativo argentino, investigaron el abordaje que se hace en los LT de los modelos atómicos en general y, en particular, del modelo de Rutherford y su experimento. Los mismos se centran casi exclusivamente en los textos verbales sin profundizar en los recursos multimodales que se utilizan para presentar los contenidos. Esto determina una vacancia o la existencia de un aspecto sin investigar que abordaremos en el presente trabajo. El interés en el modelo de Rutherford se sustenta en la importancia de su contribución al estudio de la estructura atómica a partir de los resultados de la experiencia.

Para comprender el discurso científico es necesario centrar el análisis en los sistemas semióticos involucrados y sus interrelaciones. Según Kress (2009) y Treagust (2018), la comunicación ocurre a través de diferentes modos de significación como el texto, las imágenes, los gráficos, los sonidos, la música, etc. de manera simultánea. Por esta razón, para entender el significado de un acto comunicativo hay que tener en cuenta todos los modos utilizados en él, por cuanto están estrechamente relacionados entre sí.

La Lingüística Sistémico-Funcional (en adelante, LSF) brinda un marco descriptivo e interpretativo que orienta a la descripción del lenguaje como un recurso para construir significados pues permite el análisis de los textos, a los que considera en relación con el contexto social y cultural en el cual se estructuran. De acuerdo con la teoría de género de la LSF (Martín y Rose,

2008; Rose y Martin, 2012), los textos más utilizados en ciencias en la escuela secundaria se clasifican como informes (que describen el mundo natural) y explicaciones (que se centran en cómo y/o por qué suceden los procesos naturales). Ambos juegan un rol complementario entre sí al explorar un tema (Martin y Rose, 2008).

En relación con el lenguaje gráfico, los componentes visuales de una imagen en ciencias se organizan de forma independiente en lugar de ser una mera duplicación de textos verbales (Ge, Unsworth, Wang y Chang, 2018). Por esta razón se alude a su significado ideacional, que puede estar centrado en entidades (mostrando su composición) o actividades. Las relaciones entre los componentes verbales y visuales se integran mediante las denominadas relaciones lógico-semánticas entre estos modos (Chan, 2011). Este autor afirma que en el análisis deben considerarse dos relaciones ideacionales: concurrencia (cuando el significado ideacional se corresponde a través de los modos semióticos) y complementariedad (cuando las relaciones de significado entre la imagen y el texto son diferentes, ya sea que la imagen o el texto extienda o adicione nuevos significados que se complementen mutuamente, o que el contenido ideacional del texto se contradiga o discrepe con el de la imagen).

Una de las finalidades de la educación científica es adquirir la capacidad de abordar los textos multimodales que se emplean en ciencias para relacionar las diferentes formas de los signos con las ideas científicas (Tang y Moje, 2010). La interpretación de los contenidos científicos plasmados en los LT de ESB bajo esta perspectiva multimodal constituye un desafío, especialmente los referidos al modelo de Rutherford y sus bases experimentales. Por esto, en las aulas, es necesario un docente mediador con experiencia semiótica que intervenga en el proceso de enseñanza favoreciendo un análisis adecuado de los rasgos discursivos. De esta forma podrá contribuir a la construcción de relaciones entre elementos correspondientes al texto verbal y las imágenes asociadas favoreciendo así la comprensión y el aprendizaje disciplinar.

## **METODOLOGÍA**

El objetivo de nuestra investigación es analizar con fines didácticos cómo los LT en el contexto educativo argentino presentan el modelo atómico de Rutherford y sus bases experimentales desde una perspectiva multimodal que involucra tanto los textos verbales que se incluyen para exponer el tema como las imágenes referidas a este.

Atendiendo a nuestro objetivo trabajamos con una muestra de cinco LT de la Educación Secundaria Básica en Argentina, a saber:

- LT1: Balbiano y col. (2018)
- LT2: Pochne, Schneider y Lanteri (2018)
- LT3: Bulwik, Calderón, di Francisco, Marino y Lizaso (2016)
- LT4: Edelstein (2017)
- LT5: Bazo, Bulwik, Calderón, Ipucha y Marino (2018)

La selección fue realizada entre las últimas publicaciones de LT editados en Argentina por las editoriales más recomendadas por docentes de este país (Maturano, 2018; Maturano y Mazzitelli, 2018) que incluyen el tema Modelos atómicos, en particular el modelo de Rutherford (considerando que este estudio forma parte de un trabajo de tesis doctoral basada en la enseñanza y el aprendizaje de dicho contenido disciplinar en la Educación Secundaria Básica). Cabe aclarar que en este análisis no incluimos el abordaje de otros modelos atómicos, así como la alusión a los modelos híbridos que consideren en su formulación ideas del modelo de Rutherford.

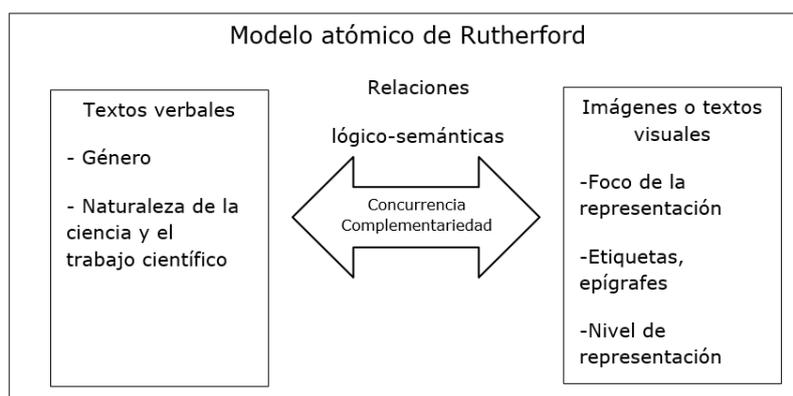
Teniendo en cuenta las consideraciones teóricas ya expuestas, la investigación está centrada en analizar:

(a) Los textos verbales para identificar el género tomando en cuenta el propósito, la estructura esquemática, los rasgos lingüísticos y las realizaciones gramaticales prototípicas de cada género (Rudolph, Maturano y Soliveres, 2020), además de caracterizar los verbos, las ideas o las referencias que aluden a la contextualización histórica de la formulación del modelo de Rutherford que se vinculan con la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico. Para analizar el género de los textos verbales consideramos los tipos de informes y explicaciones propuestos por Martin y Rose (2008). Estos autores identifican tres tipos de informes: descriptivo (describe un fenómeno centrándose en sus rasgos o características); clasificatorio (clasifica miembros de una clase general en relación con un criterio o conjunto de criterios) y composicional (se centra en los componentes de una entidad). En referencia a las explicaciones, caracterizan distintos tipos entre los que se destacan: la explicación secuencial (se focaliza en una secuencia simple de eventos observables unidos mediante una relación causal obligatoria); la explicación factorial (explica en base a múltiples factores contribuyentes); la explicación de consecuencia (se centra en un evento simple que puede tener dos o más consecuencias en el mundo natural) y la explicación condicional (explica fenómenos cuyos efectos pueden ser diferentes dependiendo de condiciones variables). A estos tipos, se agrega la explicación causal propuesta por Veel (2005), la cual involucra una construcción lógica entre eventos o fenómenos con relaciones de causa y efecto que no son accesibles a la observación y a la experiencia inmediata. Para analizar las ideas relacionadas con la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico presentes en el sistema verbal, tuvimos en cuenta: la contextualización histórica de la formulación del modelo (año, país de origen del investigador, científico/s involucrados, disciplina científica de referencia), el recuento del experimento (modo de realización), relación con otras investigaciones e investigadores y concepciones acerca del conocimiento científico que se ponen de manifiesto en el texto.

(b) Las imágenes o textos visuales a fin de examinar su significado ideacional para lo cual tuvimos en cuenta si el foco de la información está centrado en una entidad o en una actividad. Al mismo tiempo, revisamos la presencia de etiquetas y la información que estas brindan, la presencia de epígrafes y, en cuanto a la representación, analizamos si sus elementos son icónicos, indexicales o simbólicos.

(c) Las relaciones lógico-semánticas entre los modos verbales y visuales para detectar si el significado ideacional se corresponde en los diversos modos semióticos presentando relaciones de concurrencia o cuando las relaciones de significado entre la imagen y el texto son diferentes pero complementarias, situación en la que la relación entre estos es de complementariedad. En la Figura 1, representamos en un diagrama los aspectos analizados en cada LT.

En la realización de este análisis trabajamos con triangulación de investigadores (Vasilachis, 2006). En ese proceso, cada investigador realizó el análisis y luego consensuamos las valoraciones.



*Figura 1. Aspectos analizados en cada LT de la muestra.*

## RESULTADOS

En esta sección analizamos cada uno de los LT de acuerdo a las decisiones metodológicas. Iniciaremos indicando el género y la caracterización de la contextualización histórica de la formulación del modelo y su vinculación con la naturaleza de la ciencia para los textos verbales. A partir de las imágenes indicaremos su significado ideacional. Finalmente, en la discusión de resultados estableceremos relaciones lógico-semánticas entre los modos verbales y los visuales para identificar si hay concurrencia o complementariedad entre estos.

En el sistema verbal del LT1 (organizado en tres párrafos), el texto del primer párrafo se refiere al experimento desarrollado por Rutherford a través de una explicación de consecuencia para referirse a la desviación de las partículas alfa al atravesar la lámina de oro. El segundo párrafo plantea una explicación causal, en alusión a las causas que producen los resultados de la experiencia. En el último, se propone el modelo atómico considerando sus partes por lo que el género corresponde a un informe composicional. La contextualización histórica de su formulación queda determinada por el año de realización del experimento, la nacionalidad del científico, el trabajo desarrollado en equipo con otros investigadores y las disciplinas (Física y Química) bajo las cuales investigaba. La descripción del experimento (llevado a cabo para aclarar el problema de la estructura atómica), y la contrastación de los resultados con el modelo vigente (Thomson) refieren a concepciones acerca del

conocimiento científico basadas en la construcción del mismo a partir de la propuesta de hipótesis de carácter provisorio.

En relación con las imágenes, se incluye solo una (Figura 2) que corresponde al modelo y es simbólica. La misma se relaciona con un informe composicional del átomo de Rutherford. Observamos etiquetas que son explícitas y marcan componentes. El epígrafe no aporta información referente al modelo en estudio sino alusiones a la importancia de los modelos para comprender la construcción del conocimiento científico.

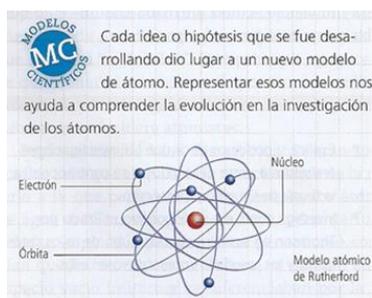


Figura 2. Modelo atómico de Rutherford. LT1 (Balbiano y col., 2018, p.64).

Con respecto al sistema verbal del LT2 (que consta de tres párrafos) el texto verbal del primero y segundo párrafos se refiere a las características del modelo presentando sus partes por ello corresponden al género informe composicional. La entidad respecto de la cual se indica su composición es el átomo. El tercer párrafo compara las dimensiones del núcleo respecto del tamaño del átomo y caracteriza a la masa de las partículas que lo integran, por lo que corresponde al género informe descriptivo. Con respecto a los datos que dan cuenta de la contextualización histórica este LT indica el año en que se formula el modelo, la nacionalidad del científico, sin hacer referencia al trabajo en equipo, pero sí a las disciplinas (Física y Química) bajo las cuales se realizaba el estudio. La propuesta del modelo se plantea en base a una analogía con el sistema solar, aludiendo a la realización del experimento por parte del científico y en forma individual sin referir al planteo de hipótesis, a los hechos experimentales, ni a la confrontación de los resultados con el modelo vigente, para dar cuenta de la construcción científica.

Este LT propone una imagen (Figura 3) que representa una entidad que corresponde al modelo atómico y está relacionada con el género informe composicional que propone el texto. Si bien la imagen es predominantemente simbólica, también incluye elementos indexicales para indicar el movimiento de los electrones alrededor del núcleo. Muestra un epígrafe que refiere al modelo atómico y las etiquetas indican los componentes del átomo y las cargas eléctricas correspondientes.

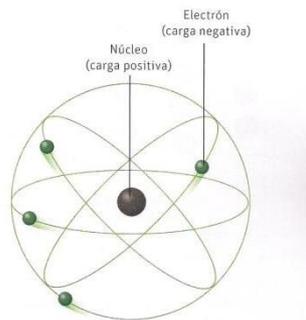


Figura 3. Modelo atómico de Rutherford. LT2 (Pochne y col., 2018, p.29).

El sistema verbal del LT3 (que presenta seis párrafos) está organizando tomando en cuenta una sucesión temporal de eventos a modo de recuento histórico. En el primer párrafo se identifica una explicación de consecuencia que refiere al experimento. En el segundo y tercer párrafo se agregan aspectos referidos a la composición del átomo. En el cuarto párrafo identificamos una explicación causal de las desviaciones de las partículas al atravesar la lámina. El quinto y sexto párrafo corresponden a otra explicación causal en la que se plantean los inconvenientes del modelo de acuerdo a las bases de la física clásica. En relación con la contextualización histórica de la formulación del modelo menciona el año de nacimiento y muerte de Rutherford, y la presencia de su equipo de trabajo sin mencionar las disciplinas de estudio ni su nacionalidad. Este LT explica el experimento y sus resultados, planteando las observaciones a luz de las evidencias experimentales. En base a estas propone una nueva estructura para el átomo basada en los resultados obtenidos y mostrando mediante la confrontación que estos no podían ajustarse al modelo vigente en aquel momento (el de Thomson). A partir de lo expresado, se evidencia la construcción científica que acompaña al desarrollo del contenido disciplinar.

Este LT propone una imagen icónica (Figura 4) que presenta, al mismo tiempo, una entidad compuesta por partes (dispositivo empleado para efectuar el experimento por lo que se asocia a un informe composicional) y una actividad (la desviación de las partículas alfa en el dispositivo). Las etiquetas señalan las partes del dispositivo. El epígrafe informa que la representación constituye un esquema del dispositivo experimental.

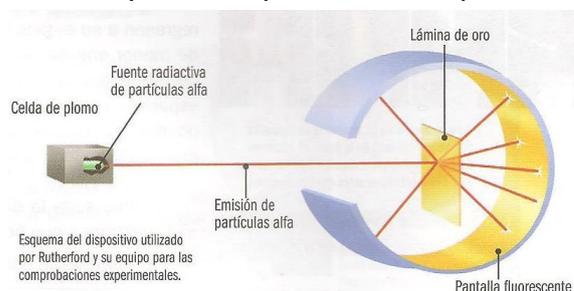


Figura 4. Experimento de Rutherford. LT3 (Bulwik y col., 2016, p.11).

Con respecto al sistema verbal del LT4 (que presenta tres párrafos), el primero plantea una explicación de consecuencia acerca del experimento de la lámina de oro y posteriormente, en el segundo se hace referencia a una entidad que es el átomo y sus partes por lo que el género corresponde a un informe composicional. En el tercer párrafo se identifica una explicación causal que señala los inconvenientes del modelo atómico. En cuanto a la contextualización histórica de la formulación del modelo, este LT indica el año en el cual el científico y su equipo llevaron a cabo el experimento, sin hacer referencia a su nacionalidad ni a las disciplinas de estudio. Al mismo tiempo explica el experimento, sus resultados y la confrontación de estos a la luz del modelo vigente en aquel momento. El relato continúa con el planteo de un nuevo modelo que presentó inconvenientes pues no logró explicar por qué los electrones no emiten energía al girar y, por lo tanto, no caían sobre el núcleo. El modelo propuesto tampoco pudo predecir los espectros de emisión obtenidos de experimentos llevados a cabo en aquella época. Estos planteos dan cuenta tanto de la construcción del conocimiento científico como de su carácter provisorio.

Con respecto a las imágenes presenta dos. La primera (Figura 5) es icónica y representa una actividad (el dispositivo que se empleó para el experimento). Las etiquetas indican las partes del dispositivo y el comportamiento de las partículas. En este caso no se incluye epígrafe. La segunda (Figura 6) es una estampilla que presenta simultáneamente elementos icónicos (el retrato de Rutherford) y simbólicos (el modelo). El epígrafe hace referencia a la estampilla y su relación con el premio Nobel de Química que recibió Rutherford por el reconocimiento a sus contribuciones sobre la estructura atómica.

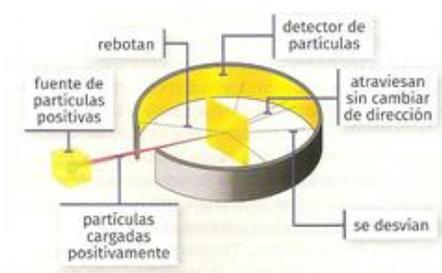


Figura 5. Resultados del experimento de Rutherford. LT4 (Edelstein, 2017, p.13).



Figura 6. Estampilla de Rutherford. LT4 (Edelstein, 2017, p.13).

En el sistema verbal del LT5 (que presenta cinco párrafos), el texto en los dos primeros párrafos plantea dos explicaciones secuenciales acerca de las experiencias cuyos resultados daban indicios de la existencia de partículas en

el interior del átomo. En el tercero se identifica una explicación de consecuencia acerca del comportamiento de las partículas al atravesar la lámina y en el cuarto se refiere a las partes de una entidad que es el átomo, por lo tanto, es un informe composicional. Finalmente, propone una explicación causal de los inconvenientes que planteaba el modelo. Respecto de la contextualización histórica de su formulación este LT plantea los años entre los cuales se llevó a cabo la investigación, la nacionalidad de Rutherford, la presencia de sus colaboradores y otros equipos que investigaban con anterioridad tratando de hallar cómo estaba constituido el átomo sin mencionar las disciplinas científicas de referencia a estos estudios. También explica cómo se llevó a cabo el experimento, la frecuencia de observación con respecto al tiempo, la confrontación de los resultados con el modelo vigente y, en función de estos, la propuesta de un nuevo modelo. Al mismo tiempo, destaca que con el paso del tiempo esta estructura resultó poco convincente pues contradecía las leyes de la física clásica, lo que motivó a continuar trabajando para entender la estructura del átomo. Estos planteos muestran la construcción, revisión y contrastación del conocimiento científico.

En este LT se integran dos imágenes (Figuras 7 y 8). Las mismas representan una entidad compuesta por partes, es decir, un informe composicional. La primera (Figura 7) es icónica y corresponde al dispositivo empleado por Rutherford en aquella época. Presenta etiquetas que indican las partes del mismo y un epígrafe que refiere al equipo empleado en los experimentos del científico y sus colaboradores. La segunda (Figura 8) es simbólica y representa el modelo atómico de Rutherford cuyas etiquetas señalan sus partes y el epígrafe hace referencia a este modelo.

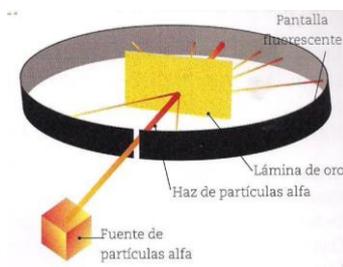


Figura 7. Equipo usado en los experimentos de Rutherford y sus colaboradores. LT5 (Bazo y col., 2018, p.121).

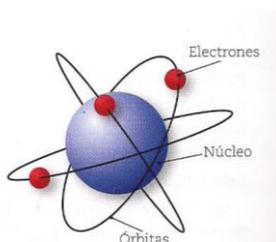


Figura 8. El modelo atómico de Rutherford. LT5 (Bazo y col., 2018, p.121).

## DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A partir del análisis de los resultados identificamos que:

A) En relación con los textos verbales y con las ideas que aluden a la contextualización histórica de la formulación del modelo que se vinculan con la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico podemos plantear que:

- En el caso de los textos verbales predominan los informes composicionales para referir a una entidad que es el átomo.
- Las explicaciones de consecuencia se presentan en relación a los resultados del experimento (trayectoria de las partículas al atravesar la lámina de oro).
- Las explicaciones causales se utilizan para justificar las desviaciones de las partículas al atravesar los átomos y los inconvenientes que presenta el modelo atómico de Rutherford.
- En menor medida presentan la explicación secuencial para indicar cómo se realizó el experimento.
- En relación con las ideas que aluden a la contextualización histórica de la formulación del modelo y el trabajo científico, la mayoría de los LT indican el año de realización del experimento, la nacionalidad del científico y las disciplinas bajo las cuales investigó. El trabajo en equipo, el recuento del experimento y la confrontación de los resultados con el modelo vigente refiere a la construcción del conocimiento científico basada en planteos de carácter provisorio a partir de hipótesis que son validadas a la luz de resultados experimentales y sujetas a revisión por la comunidad científica. Estos últimos aspectos son detallados por también por la mayoría de los LT analizados.

B) Con respecto a las imágenes:

- Tres de los LT muestran en cada caso una imagen que es simbólica, representa una entidad y corresponde al informe composicional para el átomo de Rutherford. En uno de los LT se presentan elementos indexicales en la representación de los componentes del átomo.
- Para representar el experimento recurren en cada caso a una imagen icónica y de carácter composicional, solo en uno de los LT la imagen es icónica y representa al mismo tiempo un informe composicional y una actividad.
- En todos los casos, cuando las imágenes presentan etiquetas y epígrafes, son aclaratorios de la información involucrada.

C) Con respecto a las relaciones lógico-semánticas entre los modos verbales y los visuales:

- Los textos verbales en todos los casos extienden su significado respecto de las imágenes, en particular las que representan al modelo atómico. Por esta causa, en todos los LT analizados, se plantea una relación de complementariedad entre los textos verbales y las imágenes referidas a estos.

## CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

La presente investigación nos ha permitido analizar la interacción entre los diferentes sistemas semióticos que se presentan en los LT de la muestra para construir significado.

En función del análisis podemos destacar que hay dos entidades que se han abordado en los LT de la muestra: el modelo atómico propuesto por Rutherford y el dispositivo experimental empleado en sus investigaciones. En ambos casos, la aproximación enfatiza las partes de estas entidades mediante el género informe composicional presente también en forma visual en algunos LT. Esto implicaría la necesidad de un docente cuya mediación logre guiar a los estudiantes en su acercamiento a los textos colaborando en la tarea de identificar esos componentes de estas entidades y detectar los rasgos o características de cada uno de acuerdo a la forma en que se han presentado, es decir, verbal o visual. Presentan, además una actividad relacionada con el experimento de Rutherford y sus resultados. Los mismos son planteados en la mayoría de los casos a través de textos verbales, por lo que su comprensión implicaría desentrañar las relaciones causa-efecto entre los resultados experimentales y las características del modelo atómico propuesto.

En relación con la construcción del conocimiento científico y la naturaleza de la ciencia, se presentan de forma distintiva en cada LT, tratando de mostrar cierto dinamismo y trabajo en equipo, y una vinculación entre aspectos teóricos y prácticos que requiere de consignas específicas de lectura para ser analizadas por el estudiantado.

Las imágenes necesitan de la aplicación de relaciones de complementariedad con el texto para su comprensión en todos los casos. Estas vinculaciones pueden no resultar obvias y requerir tareas que colaboren en el análisis de los elementos icónicos, indexicales y simbólicos que serán empleados tanto para mostrar los componentes de las entidades que se presentan como para evidenciar el proceso experimental relacionado con el experimento. La integración de estos aspectos orientará al estudiantado en la comprensión del contenido disciplinar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balbiano, A., Deprati, A., Iglesia, M., Jaul, M., Molinari, M. y Serafini, G. (2018). *Química. Los materiales y sus propiedades. La naturaleza corpuscular de la materia. El átomo*. Buenos Aires: Santillana en línea.
- Bazo, R., Bulwik, M., Calderón, S., Ipucha, C. y Marino, D. (2018). *Avanza. Física y Química. La naturaleza corpuscular de la materia. Las mezclas y las sustancias. La electricidad y el magnetismo. Las fuerzas y los campos. Las reacciones químicas*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Bolado-Penagos, M. (2019). *Tratamiento del experimento de Rutherford en libros de texto de bachillerato*. Tesis de maestría, Universidad de Cádiz, Cádiz, España. <http://hdl.handle.net/10498/21171>

- Bulwik, M., Calderón, S., di Francisco, K., Marino, D. y Lizaso, E. (2016). *Activados. Física y Química II. Modelos atómicos. Tabla periódica. Uniones químicas e intermoleculares. Reacciones químicas y nucleares. Calorimetría y transmisión de calor. Radiaciones*. Buenos Aires: Puerto de Palos.
- Chan, E. (2011). Integrating visual and verbal meaning in multimodal text comprehension: towards a model of intermodal relation. En S. Dreyfus, S. Hood y M. Stenglin (Eds.), *Semiotic Margins. Meaning in Multimodalities*, (pp. 144- 167). London and New York: Continuum International Publishing Group.
- Cid Manzano, R. y Da Silva Alonso, G. (2012). Estudiando cómo los modelos atómicos son introducidos en los libros de texto de Secundaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(3), 329-337. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2780>
- Edelsztein, V. (2017). *Fisicoquímica 3*. Mandioca. Buenos Aires: Serie Llaves.
- Ge, Y., Unsworth, L., Wang, K. y Chang, H. (2018). Image Design for Enhancing Science Learning: Helping Students Build Taxonomic Meanings with Salient Tree Structure Images. En K. Tang y K. Danielsson (Eds.). *Global Developments in Literacy Research for Science Education* (pp. 237-258). Switzerland: Springer.
- Kress, G. y Van Leeuwen, T. (2006). *Reading images: The grammar of visual design*. London/New York: Routledge.
- Kress, G. (2009). *Multimodality. A social semiotic approach to contemporary communication*. London: Routledge.
- Lemke, J. (2004). The literacies of science. En E. W. Saul (Ed.), *Crossing borders in literacy and science instruction: Perspectives in theory and practice* (pp. 33-47). Newark: International Reading Association/National Science Teachers Association.
- Maturano, C. (2018). *El manual escolar en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales: análisis de representaciones sociales y aspectos didácticos de su utilización en la escuela secundaria*. Tesis doctoral en Ciencias de la Educación. Mendoza: UNCUYO.
- Maturano, C. y Mazzitelli, C. (2018). La lectura y la escritura en las clases planificadas por docentes de Ciencias Naturales de educación secundaria en Argentina. *Traslaciones, Revista Latinoamericana de Lectura y Escritura*, 5 (10), 263-286. <http://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/traslaciones/article/view/1622/1147>
- Ministerio de Educación de la Nación. C.F.E. (2013) *Núcleos de aprendizaje prioritarios. Ciencias Naturales. Ciclo Básico de la Educación Secundaria 1º y 2º / 2º y 3º Años*. Consejo Federal de Educación.
- Martin, J. R. y Rose, D. (2008). *Genre Relations. Mapping culture*. Londres: Equinox.

- Parodi, G. (2010). Multisemiosis y lingüística de corpus: Artefactos (multi) semióticos en los textos de seis disciplinas en el corpus PUCV-2010. *RLA. Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, 48(2), 33-70. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48832010000200003>
- Pochne, J., Schneider, F. y Lanteri, S. (2018). *Física y Química. Estructura atómica. Reacciones químicas y nucleares. Intercambios de energía*. sm. Buenos Aires: Serie Savia.
- Rose, D. y Martin, J. R. (2012). *Learning to write, reading to learn: Genre, knowledge and pedagogy in the Sydney School*. London: Equinox.
- Rudolph, C. A., Maturano, C. I. y Soliveres, M. A. (2020). Los géneros en los textos de manuales escolares de Ciencias Naturales. *Revista Signos Estudios de Lingüística*, 53(103), 520-546. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342020000200520>
- Tang, K. S. y Moje, E. (2010). Relating multimodal representations to the literacies of science. *Research in Science Education*, 40, 81-85. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9158-5>
- Treagust, D. F. (2018). The importance of multiple representations for teaching and learning science. En comp. M. Shelley y A. Kiray (Eds.), *Education Research Highlights in Mathematics, Science and Technology* (pp. 215-223). USA: ISRES Publishing.
- Vasilachis, I. (2006). *Estrategias de Investigación Cualitativa*. Barcelona-España: Editorial Gedisa.
- Veel, R. (2005). Learning how to mean –scientifically speaking: apprenticeship into scientific discourse in the secondary school. En F. Christie y J. R. Martin (Eds.), *Genre and institutions: Social processes in the workplace and school* (pp. 161-195). Continuum: Collection London Series.
- Zang, C., Giacosa, N. y Chrobak, R. (2019). El contenido científico en libros de textos: una revisión en revistas de acceso libre, *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(3), 3305, 1-23. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7553948>

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **APLICACIÓN DEL CONCEPTO DE HORMESIS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA DE LOS METALES DE TRANSICIÓN**

Fabiana Lairion<sup>1</sup>, Christian Saporito Magriñá<sup>1</sup>, Alejandra Cimato<sup>2</sup>, Margarita Martínez Sarrasague<sup>2</sup>, Marisa Gabriela Repetto<sup>1</sup>

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

2- *Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Física; Instituto de Bioquímica y Medicina Molecular (IBIMOL, UBA-CONICET). Buenos Aires, Argentina.*

E-mail: [mrepetto@ffyb.uba.ar](mailto:mrepetto@ffyb.uba.ar)

Recibido: 17/09/2021. Aceptado: 12/05/2022.

**Resumen.** El objetivo de este trabajo es abordar el estudio de la química de los metales de transición, y más específicamente del hierro y del cobre asociando el concepto de hormesis con conocimientos previos de física y química y resultados experimentales de los docentes-investigadores. En el abordaje teórico de metales de transición se incluyen datos de bibliografía y resultados de investigación de los docentes, y se establecen relaciones con cálculos de dosis y concentración de soluciones, interpretación de gráficos, tablas y figuras. Asimismo, se incorpora el análisis de la participación de estos metales como catalizadores de reacciones de formación de especies reactivas del oxígeno y se discuten sus efectos tóxicos. Esta estrategia acerca a los estudiantes a la investigación científica, incrementa el interés, la atención y la participación en clase, y fortalece la incorporación de contenidos relacionados con la temática de los metales de transición.

**Palabras clave.** enseñanza, química, hormesis, bioelementos, conocimientos previos

### **Application of the concept of hormesis in the teaching of the chemistry of transition metals**

**Abstract.** The aim of this work is to approach the study of the chemistry of transition metals, and more specifically of iron and copper, associating the concept of hormesis with previous knowledge of physics, chemistry and experimental results of the teacher-researchers. In the theoretical approach to transition metals, bibliographic data and research results of teachers are included, and relationships are established with dose and concentration of solutions calculus, interpretation of graphs, tables and figures. Likewise, the analysis of the participation of these metals as catalysts of reactions of reactive oxygen species formation is added and their toxic effects are discussed. This strategy brings students closer to scientific research, increases their interest, attention and participation in class, and strengthens the incorporation of content related to transition metals.

**Keywords.** teaching, chemistry, hormesis, bioelements, prior knowledge



## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Química General e Inorgánica constituye un desafío en la educación superior, ya que existen algunos obstáculos epistemológicos a la hora de su abordaje que se fueron incorporando en etapas iniciales de la educación escuela media y de la opinión general hacia la química. Estos obstáculos influyen en el aprendizaje de los estudiantes y uno de ellos es la imagen manifiesta de la química, que es la visión externa que la sociedad tiene de la disciplina. La enseñanza de los elementos químicos no escapa a este problema. Varios autores investigaron las 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 estudiantes (Larson, 2012; Franco Mariscal y Oliva Martínez, 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, Oliva Martínez, Blanco López y España Ramos, 2016).

Rodríguez Revelo y Alarcón Salvatierra (2020) resumieron en un proceso de análisis documental 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).

Sin embargo, pocos estudios hacen referencia al estudio de los metales de transición. Un trabajo de investigación realizado sobre la enseñanza de la química de los metales de transición resume las distintas puertas de entrada para la enseñanza de la Química Inorgánica de los metales de transición. La conclusión de ese trabajo indica que el abordaje de esta enseñanza puede hacerse a partir de diferentes enfoques, integrando los mecanismos de acción de los metales de transición con los procesos bioquímicos que involucran la transferencia de electrones (metales redox activos) y la generación de radicales libres. Estos conceptos tienen su andamiaje en los conocimientos previos adquiridos por los alumnos en Química General: los organismos vivos como el resultado de la combinación organizada y con un nivel superior de complejidad de los elementos de la Tabla Periódica dirigidos por los principios básicos de la química (Repetto, 2012).

Actualmente y en la mayoría de las unidades académicas, la enseñanza de los metales de transición se realiza a través del abordaje clásico, a partir del análisis sistemático de las propiedades periódicas y las reacciones químicas características de cada grupo de la Tabla Periódica. 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 adquiridos en Química General, con vistas hacia un enfoque biológico, farmacológico,

toxicológico y/o fisiopatológico que despierta sin lugar a dudas el interés de los estudiantes, además de abrirles un panorama aplicable de la química (Repetto, 2012).

Química inorgánica es una materia de segundo año de las carreras de Farmacia, Bioquímica, Tecnología de Alimentos y de diversas tecnicaturas. En esta disciplina, la enseñanza de la química inorgánica de los metales de transición se orienta principalmente al estudio de su configuración electrónica, propiedades físicas, formación de complejos, aplicaciones, usos industriales y reacciones químicas asociadas al comportamiento ácido-base, redox y solubilidad. Sin embargo, no es frecuente abordar su estudio desde una perspectiva aplicada a las carreras vinculadas con la salud.

Este método tradicional de enseñanza no fomenta la asociación, la reflexión y la vinculación de contenidos entre los distintos temas de química y menos aún entre las distintas disciplinas estudiadas. Esto conlleva a que los alumnos no valoren el rol de la química inorgánica en su formación profesional y pierdan interés en ahondar en los conocimientos impartidos.

Surgen entonces varios interrogantes: ¿cómo motivamos a los alumnos? ¿Cómo transmitimos la importancia de los contenidos curriculares que se abordan durante la cursada? ¿Cómo acortamos la brecha entre el estudio de grado y su futura actividad profesional? ¿Cómo vinculamos la investigación científica y los conocimientos previos con los contenidos de química inorgánica?

Procurando responder estos interrogantes es que planteamos una propuesta innovadora de enseñanza que contempla la incorporación del concepto de hormesis aplicado a los elementos de transición. El objetivo del trabajo narrado en este artículo es proponer una modalidad de clase integradora de contenidos teóricos sobre metales de transición, asociando dichos contenidos con la práctica profesional de las carreras en la que se enmarca esta asignatura y la experiencia científica de los docentes que la dictan.

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 "química de los metales de transición", y en relación al tema generador "hormesis", a partir del cual se integraron los contenidos en una secuencia didáctica.
2. Diseñar actividades de motivación para los estudiantes hacia el aprendizaje de los contenidos 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 docentes.
4. Articular el fenómeno de hormesis con la práctica profesional en farmacia y en bioquímica, y con la investigación científica.
5. Integrar los contenidos teóricos con la práctica en el aula y en el laboratorio mediante el diseño de una secuencia didáctica en el marco de un modelo de investigación acción y la planificación de actividades de enseñanza.

## CONCEPTO DE HORMESIS

A lo largo de la evolución, los organismos vivos han tenido que adaptarse a condiciones y agentes adversos para lograr sobrevivir, por lo que han desarrollado diversos y complejos mecanismos para lidiar con ellos. En la actualidad, se han identificado una serie de procesos conservados durante los cuales una dosis baja o subletal de un agente o estímulo estresante es capaz de activar una respuesta adaptativa que incrementa la resistencia de una célula u organismo frente a un estrés más severo. A esta respuesta se le conoce como hormesis (Mattson, 2008; Calabrese y col., 2011). Existen una gran variedad de agentes horméticos entre los que se encuentran la radiación, el calor, y los metales pesados, entre otros (Hoffman, 2009) (Figura 1).

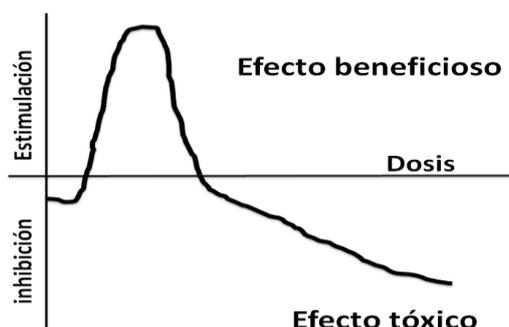


Figura 1: Concepto de hormesis. Efecto de la dosis y la respuesta biológica bifásica de un organismo vivo frente a un agente estresor (Boveris y Repetto, 2020).

El hierro (Fe) y el cobre (Cu) son biometales que muestran un comportamiento bifásico. Son esenciales y horméticos, a dosis bajas generan un efecto beneficioso pero a altas concentraciones producen efectos dañinos o tóxicos.

El cerebro se ve muy afectado por la sobrecarga de Fe y Cu. Por ejemplo, según datos publicados por nuestro grupo de investigación, con una sobrecarga aguda de Fe (dosis: 30 mg Fe/kg) y Cu (5 ug Cu/kg) en ratas se produce incremento del contenido de cada metal en el cerebro a las 6 horas del tratamiento con Fe y a las 16 horas de la sobrecarga aguda con Cu (Musacco Sebio y col., 2014a) (Figura 2).

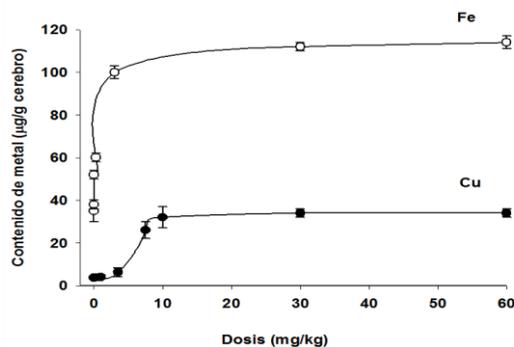


Figura 2: Contenido de Fe y Cu en cerebro de rata en función de la dosis administrada por sobrecarga aguda (Musacco Sebio y col., 2014a).

Este incremento de los metales induce la catálisis no enzimática de descomposición de peróxidos, generados por el metabolismo de la respiración celular (peróxido de hidrógeno,  $H_2O_2$ ) y de la oxidación de lípidos (ROOH). El mecanismo de toxicidad se asocia a la producción de especies oxidantes y reactivas (radical libre hidroxilo) en reacciones químicas catalizadas por iones de estos metales, que daña las macromoléculas y promueve la lesión oxidativa de las neuronas y la muerte celular (Boveris y Repetto, 2020) (Figura 3).

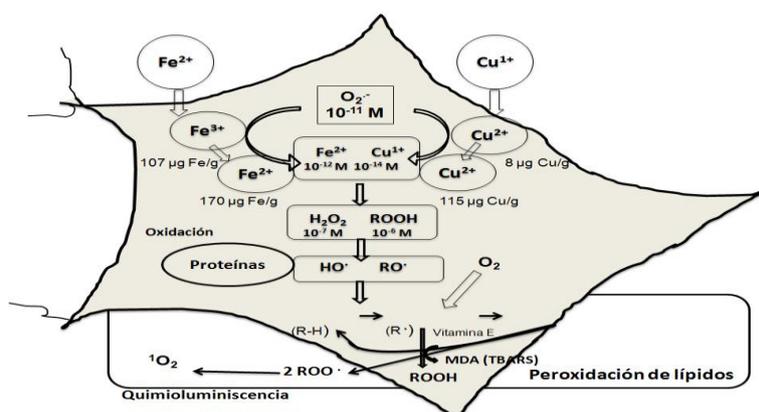


Figura 3. Comportamiento hormético de Hierro (Fe) y Cobre (Cu) en cerebro de rata (Adaptado de Boveris y Repetto, 2020).

## METODOLOGÍA

Nuestra propuesta consistió en incluir, en la clase teórica de metales de transición, publicaciones científicas de diversos autores, así como también resultados de las investigaciones realizadas por los docentes-investigadores de la cátedra. El estudio realizado fue de tipo observacional analítico, de diseño cualitativo, en un modelo de investigación-acción.

En la planificación de la propuesta se trabajó según el modelo de secuencia didáctica, que consiste en una estructura de inicio, desarrollo y cierre. Una secuencia didáctica es una serie de actividades ordenadas en una secuencia que se relacionan entre sí. Permite enseñar un conjunto determinado de contenidos, donde las actividades de aprendizaje con y para los estudiantes se organizan con la finalidad de crear situaciones que permitan desarrollar un aprendizaje significativo (Díaz Barriga, 2013).

El enfoque de este proyecto se enmarca en la propuesta de planificación como 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 piensan la secuencia didáctica y la evaluación 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 proyecto será el tema central "metales de transición" y generador "hormesis".

Para cumplir con los objetivos específicos de enseñanza 1 y 2 propuestos para esta clase se realizó un repaso e indagación de conocimientos previos

(contenidos vistos en clase anteriores) al inicio de la clase para relacionar estos contenidos con el tema central en la secuencia didáctica, en torno al tema generador articulando con las actividades propuestas. En la etapa de inicio de la secuencia didáctica se plantearon también actividades de motivación como disparadoras de la clase y la enseñanza de los contenidos: un breve video, lectura previa de aplicaciones prácticas, de reportes interesantes de la vida cotidiana o de la profesión acerca de los metales de transición. Los objetivos de aprendizaje y contenidos de la clase que corresponden a la etapa de inicio de la secuencia didáctica se encontraban disponibles para los estudiantes en el campus virtual, en el programa de la asignatura y en cada uno de los materiales de estudio propuestos para la clase. También se mencionaron al inicio de la clase.

Para cumplir con los objetivos específicos de enseñanza 3 a 5, se seleccionaron los contenidos para cada etapa de la secuencia didáctica. Esos contenidos corresponden a los contenidos mínimos de la unidad temática del programa de la asignatura. En la secuencia didáctica se organizaron los contenidos de manera tal que los contenidos nuevos se relacionaban con los previos, partiendo de los contenidos más sencillos a los más complejos, con retroalimentación constante e interrelación entre los mismos.

Las actividades a desarrollar en el aula incluían la discusión de contenidos y la asociación con los ya vistos en clases anteriores. Para el abordaje de los nuevos temas se empleó el modo de enseñanza en el que la primera actividad de la clase se articulaba con la última vista en la clase anterior, o se retoma a manera de repaso algún contenido para reforzar y complejizarlo con los nuevos contenidos. Los medios y recursos eran los materiales de estudio disponibles en el campus virtual de la asignatura, alojada en la página web de la facultad. Los materiales consistían en presentaciones en formato video con audios de los contenidos a desarrollar en la clase, y acompañados por los textos correspondientes a cada pantalla y audio. También incluyen materiales de estudio con información teórica y guía de ejercitación con tres tipos de ejercicios: preguntas de autoevaluación sobre los contenidos, preguntas de aplicación mediante la resolución de ejercicios, y preguntas adicionales para reforzar el estudio, ejercicios tipo resueltos y desarrollados en detalle, videos de aplicación de los contenidos y actividades a realizar en trabajos prácticos posteriores.

Las actividades en el desarrollo de la secuencia didáctica consistieron en:

- a. actividades en el campus virtual (asincrónicas) como lectura previa de los materiales, visualización de videos y resolución de la ejercitación;
- b. Discusión de contenidos teóricos propios de la unidad relacionado con conocimientos previos y contenidos vistos en clases anteriores, como así también aplicaciones hacia la profesión y relación tanto con materias que se cursan con posterioridad como temas que corresponden a unidades temáticas posteriores del programa de esta asignatura. Se trabajó en base al estado del arte del tema, los conceptos de hormesis y propiedades químicas de los metales de transición. Los contenidos se relacionaron con las preguntas de autoevaluación, ejercicios de resolución durante la clase y experimentos a realizar en el laboratorio de trabajos prácticos.

- c. Resolución de ejercicios de aplicación de contenidos desarrollados en clase.
- d. Integración y cierre con la realización de una discusión de resultados experimentales tomados de la investigación científica de los docentes acerca del tema, que integra los contenidos vistos en la clase con contenidos previos, articulando la teoría con la práctica en la discusión de los resultados y de las conclusiones en forma oral al final de la clase y en la elaboración de una breve conclusión.

La propuesta de la secuencia didáctica para la enseñanza de este tema comprende el diseño de actividades integradoras para cada una de las tres etapas de la secuencia didáctica:

**1. Etapa de inicio.** En esta etapa se planteó “qué enseñar”. 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 estudiantes: entender, analizar, deducir, interpretar, relacionar, comparar, integrar, resolver, aplicar y aprender, y diagnosticar lo que los 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 del hierro y el cobre, enfermedades relacionadas, metabolismo y fisiología, y se desarrollaron actividades de práctica (cálculo de concentración, dosis, vida media, 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.

Se propone la metodología de acción para las clases y la propuesta responde a la siguiente pregunta: ¿Con qué voy a enseñar? ¿Cuáles son los espacios necesarios y cómo se organizarán los recursos y el tiempo? Se trabajó con la bibliografía previamente disponible en el campus con el objetivo de mostrar el rol que cumplen el Fe y el Cu como cofactores de enzimas que intervienen en diversas reacciones bioquímicas, tales como la superóxido dismutasa y la citocromo oxidasa, así como también los trastornos ocasionados por el déficit de estos elementos en la salud humana, haciendo referencia al concepto de hormesis.

Además, para evaluar los efectos tóxicos a dosis altas, se analizaron los resultados experimentales obtenidos en un ensayo realizado por docentes de la cátedra, que tenía como objetivo estudiar los efectos de una sobrecarga aguda o crónica de Fe o Cu en ratas. Analizamos los valores de contenido de Fe y Cu medidos por absorción atómica en hígado y cerebro de ratas y de diversos biomarcadores de estrés oxidativo. A partir de datos sin procesar, se realizaron en clase los cálculos de dosis y de concentración de soluciones; asimismo les mostramos gráficos, tablas y figuras para que se familiaricen con la interpretación de estas formas de presentación de la información. Se incorporaron ejercicios de práctica en el campus para reforzar estos conocimientos. Esta estrategia permitió estudiar la participación de estos metales como catalizadores de reacciones de formación de especies reactivas del oxígeno y discutir sus efectos tóxicos.

**3. Etapa de cierre** se realizaron actividades para que el alumno demuestre lo que sabe mediante propuestas de evaluación formativa: construcción de un diagrama o mapa conceptual 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. Varios estudiantes manifestaron un mayor interés en la actividad científica que se realiza en la cátedra y en inscribirse en la escuela de ayudantes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Asociación de contenidos nuevos con conocimientos previos

A partir del estudio de las propiedades de los metales de transición correspondientes a esta clase, se introdujo el concepto de hormesis, nuevo para los estudiantes de esta asignatura.

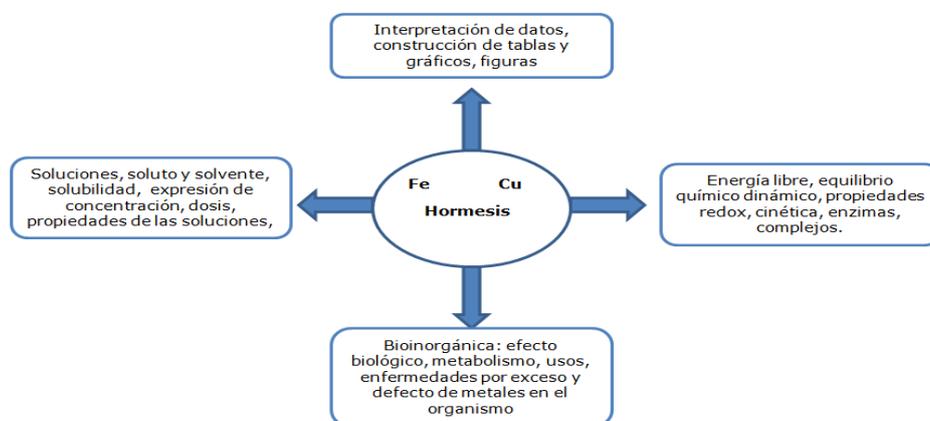


Figura 4. Esquema que relaciona las propiedades químicas de los metales de transición Fe y Cu con el concepto de hormesis y los conocimientos previos aprendidos en clases previas de la asignatura asociando los mismos a la bioinorgánica y participación en procesos biológicos.

Estos contenidos se relacionaron con la formación de compuestos químicos y las propiedades ácido base de estos compuestos, la formación de precipitados y su redisolución. Se repasaron contenidos vistos en las primeras clases y en los trabajos prácticos precedentes tales como la preparación de soluciones, propiedades de las soluciones, entre otros (Figura 4) y las formas de expresar la concentración (Figura 2).

### Asociación con la profesión bioquímica y farmacéutica

A partir de la bibliografía propuesta se vio cómo los fenómenos horméticos se investigan para encontrar la ventana terapéutica de un fármaco donde una dosis alta puede ser letal y una dosis muy baja no produce respuesta. La respuesta hormética permite establecer cuál es la dosis con la que se produce la respuesta beneficiosa en el organismo.

El concepto de hormesis también se aplica al precondicionamiento, que es un sistema que se puede utilizar para encontrar posteriormente una respuesta hormética. El primer ejemplo de precondicionamiento se originó en los años 20 del siglo pasado exponiendo a varios tipos de plantas a

radiaciones ionizantes. Después de 50 años se observó que dosis bajas de radiaciones creaban una respuesta adaptativa que protegía a las plantas de las mutaciones producidas por radiaciones ionizantes de mayor intensidad y el precondicionamiento en fisiopatología mitocondrial también es un fenómeno de hormesis en los organismos aeróbicos (Pérez y col., 2016).

Analizamos además algunos ejemplos de esta respuesta adaptativa beneficiosa como los cambios que tuvieron que realizar los organismos frente a la exposición a Cu y Fe, que, al desprenderse de las rocas, contaminaban las aguas dulces y el mar. Estos iones metálicos resultaban tóxicos para diversos organismos porque daban lugar a la producción de radicales libres, y de este modo dañaban y mataban a los seres orgánicos más simples. El resultado adaptativo y hormético fue la aparición de varias enzimas (citocromo oxidasa, oxidasa multicobre, superóxido dismutasa) que por su función reducían el riesgo tóxico de estos metales. Durante la clase se analizaron los gráficos de actividad enzimática y supervivencia mostrando que a dosis bajas existe un aumento de la actividad enzimática y una respuesta adaptativa (Figura 5A), a dosis altas el porcentaje de supervivencia es muy bajo debido al efecto tóxico del metal (Figura 5B).

Luego, con la evolución a seres más complejos como los mamíferos estos metales pasaron a tener funciones relevantes, como por ejemplo la unión del hierro con la Hemoglobina para el transporte de oxígeno a los tejidos, una función tan importante para el organismo. La respuesta hormética también involucra la expresión de una gran cantidad de genes que codifican para proteínas citoprotectoras como las chaperonas del tipo de las que responden a estrés térmico, las enzimas antioxidantes, los factores de crecimiento y las metalotioneínas, entre otras. (Rattan, Fernandes, Demirovic, Dymek y Lima, 2009)

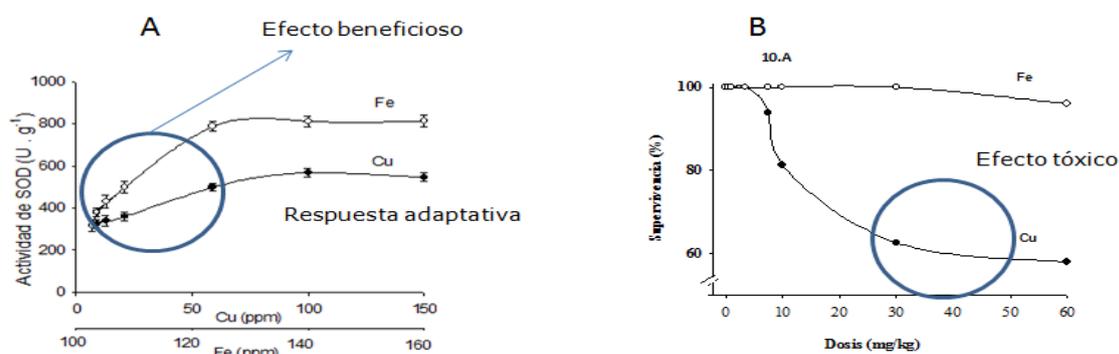


Figura 5. Efecto hormético de la sobrecarga aguda de Fe y Cu en hígado de ratas. A: actividad de la enzima antioxidante superóxido dismutasa (SOD), B: supervivencia de los animales (Tomado de Musacco Sebio y col., 2014b).

## Asociación con la investigación científica

Los iones de metales de transición Fe(II) y Cu(II) participan en las reacciones químicas en las que se generan las especies reactivas del oxígeno (ROS), catalizando la descomposición del peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) y la

formación del radical hidroxilo ( $\text{HO}\cdot$ ), una especie muy tóxica y oxidante, en la reacción de Fenton-Haber-Weiss. Estas especies se generan en el citosol y mitocondrias en las células. Las mitocondrias son las organelas intracelulares que actúan como la fuente de energía de la célula, ya que generan ATP en el proceso llamado fosforilación oxidativa. Durante este proceso, las mitocondrias también producen ROS como subproductos. Si la concentración de ROS excede los niveles fisiológicos de estas especies (concentraciones en estado estacionario, donde la velocidad de generación de estas especies es igual a la velocidad con la que se consumen), generan efectos dañinos en células y tejidos mediante procesos bioquímicos oxidativos que afectan a los componentes celulares, incluyendo las proteínas, los lípidos y ADN. Mitohormesis es un proceso en donde las especies reactivas del oxígeno (ROS) producidas por las mitocondrias en una concentración inferior actúan como moléculas de la transmisión de señales para iniciar una cascada de las acciones celulares que protegen a las células contra efectos dañinos (Saporito Magriñá y col., 2017).

A través de la presentación de resultados de investigación empleando gráficos, figuras y tablas se trabajó también con este tipo de materiales, analizando la construcción de los mismos, la información que brindan y su interpretación en el marco del estudio realizado (Figura 6).

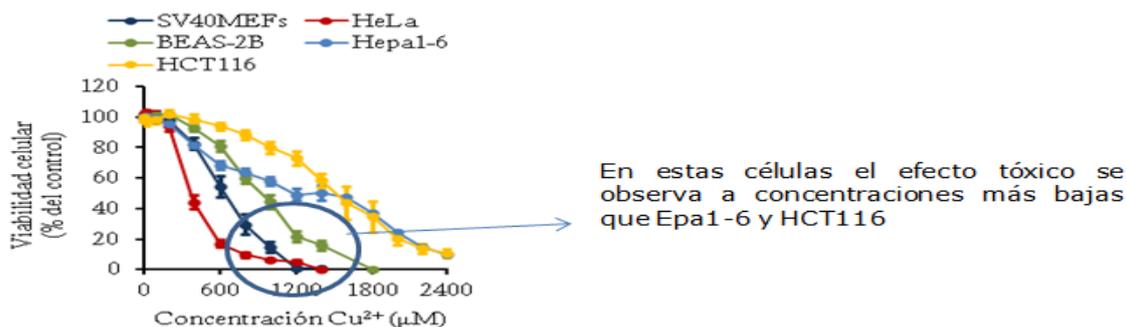


Figura 6. Viabilidad de las células expuestas a distintas concentraciones de cobre. (Tomado de Saporito Magriñá y col., 2018).

A partir del análisis e interpretación de datos y gráficos se pudo relacionar el efecto biológico que genera el incremento de la concentración intracelular del cobre y la supervivencia de las células expuestas al metal.

Esta estrategia permitió estudiar la participación de estos metales como catalizadores de reacciones de formación de especies reactivas del oxígeno y discutir sus efectos tóxicos (Figura 6).

## CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS

Durante esta experiencia empleando este recurso didáctico, los estudiantes realizaron aportes relacionados con los efectos de estos elementos en situaciones cotidianas e información obtenida a partir de noticias de actualidad como también se acercaron a los docentes mostrando interés en participar de los grupos de investigación y escuela de ayudantes.

Creemos que esta estrategia acerca a los estudiantes a la investigación científica, incrementado el interés, la atención y la participación en clase, fortaleciendo la incorporación de contenidos relacionados con los metales de transición.

Las perspectivas a futuro de esta modalidad de clase consisten en ampliar esta propuesta a otros iones de metales de transición y elementos esenciales de la Tabla Periódica; aprovechar el recurso de vinculación de contenidos con el ejercicio profesional y la investigación; y extrapolar esta experiencia a otros contenidos diferentes a la hormesis de los metales de transición, por ejemplo, funciones fisiológicas, participación en procesos fisiopatológicos, metabolismo celular y formulaciones farmacéuticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, A., España, E., Rodríguez, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 9-18.
- Boveris A. y Repetto M.G. (2020) *Brain mitochondria: distribution and function*. New York: Nova Science Publishers.
- Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos investigativos. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 83-91.
- Calabrese, V., Cornelius, C., Cuzzocre, S., Iavicoli, I., Rizzarelli, E., Calabrese, E. (2011). Hormesis, cellular stress response and vitagenes as critical determinants in aging and longevity, *Mol Asp Med*, 32, 279-304. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2011.10.007>
- 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. *Educación las Américas*, 10.
- Hoffmann, G. R. (2009). A perspective on the scientific, philosophical, and policy dimensions of hormesis, *Dose-Response*, 7, 1-51.
- 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.

- Mattson, M.P. (2008). Hormesis defined, *Ageing Res Rev*, 7, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2007.08.007>
- Musacco-Sebio, R., Ferrarotti, N., Saporito-Magriñá, C., Semprine, J., Fuda, J., Torti, H., Boveris, A., Repetto, M.G. (2014). Oxidative damage to rat brain in iron and copper overloads, *Metallomics*, 6(8), 1410-1416. <https://doi.org/10.1039/c3mt00378g>
- Musacco-Sebio, R., Saporito-Magriñá, C., Semprine, J., Torti, H., Ferrarotti, N., Repetto, M.G. (2014). Rat liver antioxidant response to iron and copper overloads, *J Inorg Biochem*, 137, 94-100. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2014.04.014>
- Olivares S. (2014). ¿Formulación química? Nomenclatura química. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 416-425.
- Perez, V., D'Annunzio, V., Valdez, L.B., Zaobornij, T., Bombicino, S., Mazo, T., Longo Carbajosa, N., Gironacci, M., Boveris, A., Sadoshima, J., Gelpi, R. (2016). Thioredoxin-1 Attenuates Ventricular and Mitochondrial Postischemic Dysfunction in the Stunned Myocardium of Transgenic Mice, *Antioxidants & Redox Signaling*, 25, 78-88. <https://doi.org/10.1089/ars.2015.6459>
- Rattan, S.I., Fernandes, R.A., Demirovic, D., Dymek, B., Lima, C.F. (2009). Heat stress and hormetin-induced hormesis in human cells: effects on aging, wound healing, angiogenesis, and differentiation, *Dose-Response*, 7, 90-103. <https://doi.org/10.2203/dose-response.08-014.Rattan>
- 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(1) 3-15.
- 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. <http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>
- Sanmartí, N., Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica* 1(1), 3-16. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Saporito-Magriñá, C., Musacco-Sebio, R., Acosta, J. M., Bajicoff, S., Paredes-Fleitas, P., Boveris, A., Repetto, M. G. (2017). Rat liver mitochondrial dysfunction by addition of copper(II) or iron(III) ions, *J Inorg Biochem*, 166, 5-11. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2016.10.009>
- Saporito-Magriñá, C., Musacco-Sebio, R., Andrieux, G., Kook, L., Orrego, M., Tuttolomondo, M. V., Desimone, M., Boerries, M., Borner, C., Repetto, M.G. (2018). Copper-induced cell death and the protective role of glutathione: the implication of impaired protein folding rather than oxidative stress, *Metallomics*, 10(12), 1743-1754. <https://doi.org/10.1039/c8mt00182k>

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **PRODUCCIÓN Y COMUNICACIÓN: UNA PROPUESTA ALTERNATIVA DE EVALUACIÓN EN LA UNIVERSIDAD**

María Soledad Islas<sup>1</sup>, Nayla Jimena Lores<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Química y Bioquímica, Funes 3350. 2º piso, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina*

<sup>2</sup>*División de Polímeros Biomédicos, INTEMA (UNMdP-CONICET), Mar del Plata, Argentina*

E-mail: [msislas@mdp.edu.ar](mailto:msislas@mdp.edu.ar)

Recibido: 28/09/2021. Aceptado: 26/05/2022.

**Resumen.** En este trabajo se analiza la implementación de una propuesta alternativa de evaluación para el ámbito universitario. Se propuso que los estudiantes realizarán un texto con contenido científico y formato preestablecido que pudiera difundirse posteriormente fuera del ámbito académico como material para Comunicación Pública de la Ciencia. Se trabajó virtualmente en parejas y de forma colaborativa. La evaluación de los textos producidos se realizó mediante rúbricas. El trabajo despertó interés y se obtuvieron producciones con diferente grado de cumplimiento de las consignas. Además, mediante una encuesta se recolectaron las opiniones y valoraciones de los estudiantes acerca de esta propuesta. Finalmente, se elaboró un documento único con los textos de aquellos que desearon participar. Resultó una experiencia positiva para docentes y estudiantes generar material que pudiera salir del aula y llegar a la comunidad mediante redes sociales y/o a través del documento creado mediante licencia Creative Commons-BY-NC 4.0, disponible en internet.

**Palabras clave.** producciones, evaluación, rúbricas, comunicación pública de la ciencia

### **Production and Communication: An Alternative Proposal for Evaluation at the University**

**Abstract.** In this work the implementation of an alternative evaluation proposal at the university is analyzed. We have proposed to the students to write a text with scientific content and a pre-established format that could later be disseminated outside the academic field as material for Public Communication of Science. They had to work in pairs and in virtual collaboration. The evaluation of the produced texts was carried out through rubrics. This work has aroused interest and productions with different degrees of compliance with the instructions were obtained. Through a survey, the opinions, and evaluations of the students about this proposal were collected. Finally, a single document was prepared with the texts of those who wished to participate. It was a positive experience for both teachers and students, to create a document under a Creative Commons-BY-NC 4.0 license, available on the internet, that can go out of the classroom and reach the community.

**Keywords.** productions, evaluation, rubrics, public communication of science



## INTRODUCCIÓN

El ámbito universitario suele ser un lugar en el que los cambios pedagógicos toman cierto tiempo en llegar e implementarse. En muchas de nuestras aulas los métodos de enseñanza y de evaluación no han cambiado sustancialmente en los últimos 30 años, sin embargo, los estudiantes si lo han hecho y los recursos tecnológicos disponibles son muy diferentes a los de aquel entonces. La pregunta que surge inmediatamente es para qué sociedad estamos formando estos futuros profesionales. A esta crisis de los últimos años, se le suma la pandemia por COVID-19 que nos obliga necesariamente a replantearnos la manera en la que enseñamos, alejados de una presencialidad.

Quizás el aspecto de las prácticas educativas que más se ha modificado durante la pandemia sea la evaluación (Maggio, 2021). Cuando todo el conocimiento está al alcance de un "clic", la examinación individual centrada en la verificación se vuelve mucho más prescindible (Lupi e Islas, 2021) ¿Cómo controlamos que durante la evaluación no busquen la respuesta en internet? ¿Tiene eso acaso algún sentido?

Para la mayoría de los estudiantes, internet es la primera (y casi exclusiva) fuente de información. Pero, como menciona Maggio (2016) cada vez que ellos llegan a una determinada información a través de la web se crea una necesidad y una oportunidad pedagógica, resultando necesario enseñar a construir criterios. Enseñar cómo interactuar con toda la información disponible resulta clave en las sociedades actuales donde "el saber es cada vez más inabarcable" (Monereo y Pozo, 2003, p.2). Los autores mencionan que en la mayoría de las disciplinas hay más conocimientos relevantes de los que pueden llegar a enseñarse en un tiempo razonable. En este caso, la función del docente no es la de transmitir el conocimiento sino de ayudar a que los estudiantes aprendan cómo construir su propio conocimiento y aprendan también a autorregular su aprendizaje en un mundo tan cambiante, complejo, acelerado e incierto como el que se observa en esta era digital (Pérez Gómez, 2017). Si los tiempos han cambiado, por qué seguimos enseñando el conocimiento acumulado, cuando es más importante aquel que se puede llegar a construir (Maggio, 2018).

Por esta razón, se propone como objetivo de este trabajo implementar una propuesta de evaluación basada en la producción de textos para difusión como material de Comunicación Pública de la Ciencia para estudiantes universitarios de la asignatura Química Inorgánica. Esta actividad no se centra en la transmisión de conocimientos, sino que se utiliza un contenido de la asignatura como disparador para que el estudiante profundice realizando una búsqueda, clasificación y jerarquización de la información obtenida de diversas fuentes disponibles.

Como mencionan Rivero, De Longhi y Bermúdez (2016) es necesario que los estudiantes aprendan a hablar, leer y escribir textos propios de cada disciplina en la formación de futuros profesionales científicos. Resulta de gran importancia incluir el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas junto con los contenidos disciplinares. "Para aprender ciencia es necesario aprender a

hablar y escribir (y leer) ciencia de manera significativa” (Sardá y Sanmartí, 2000, p. 407).

Además, la propuesta presentada requirió el trabajo en parejas y en un entorno virtual y colaborativo. Este tipo de actividades favorecen la interacción de los estudiantes entre sí y con el docente, lo que a su vez permite el desarrollo de habilidades de comunicación que son necesarias para construir significados compartidos (Tenaglia y col., 2011). El aprendizaje del trabajo en entornos colaborativos resulta muy valioso y necesario, pues “La construcción del conocimiento en la contemporaneidad es más colectivo que nunca” (Maggio, 2021, p. 147).

La necesidad de utilizar una herramienta que nos permitiera valorar múltiples aspectos dio lugar a la idea de utilizar o implementar rúbricas. Este instrumento de evaluación como propone García Sanz (2014) permite no sólo valorar aspectos complejos, imprecisos y subjetivos, sino que además aporta una evaluación fácilmente interpretable, justa y transparente para profesores y estudiantes. Una herramienta cuyo uso es relativamente reciente en educación superior, y que ha emergido con fuerza ya que permiten orientar el aprendizaje del estudiante (Sánchez-Santamaría y Boroel Fernández, 2018), informando previamente qué es lo que se espera que aprenda y cómo va a ser valorado su trabajo, en función de ciertos criterios o indicadores de evaluación, para poder arribar a una calificación numérica.

En una última instancia, se les propuso a los estudiantes dar a conocer sus producciones por fuera del ámbito del aula siguiendo el postulado de externalización de Brunner (1997), lo que resulta muy significativo para los estudiantes que sus construcciones sean visibles en medios de comunicación (Maggio, 2021).

A partir de todo lo mencionado anteriormente, nos proponemos en este trabajo y en primera instancia, mostrar la propuesta de evaluación empleada y analizar la respuesta por parte de los estudiantes. La producción de estos textos permite desarrollar habilidades de escritura y guarda a su vez similitud con el tipo de trabajo que podrían desempeñar a futuro los estudiantes en el ámbito profesional científico. Los criterios de evaluación utilizados fueron establecidos por el equipo docente y estuvieron plasmados en una rúbrica para que los estudiantes puedan trabajar en función de ella. Luego del proceso de evaluación, se realizó la difusión de esos textos producidos por fuera del ámbito académico como material de Comunicación Pública de la Ciencia.

## **OBJETIVOS**

- Describir y analizar una propuesta de evaluación alternativa implementada en un curso universitario de Química Inorgánica.
- Recopilar y analizar las opiniones del estudiantado y del equipo docente acerca de la propuesta.
- Identificar los errores más comunes cometidos por los estudiantes en la evaluación y sugerir posibles mejoras a la propuesta.

- Describir el documento final compilado con las producciones realizadas por los estudiantes durante la instancia de evaluación y su alcance por fuera del ámbito académico.

## **METODOLOGÍA**

Esta propuesta de evaluación se enmarca en las evaluaciones formativas o “evaluaciones para el aprendizaje” (Anijovich y Cappeletti, 2017) porque se explicita de antemano el objetivo y lo necesario para un desempeño satisfactorio, utiliza herramientas diversas para recolectar la información y brinda retroalimentación a lo largo del proceso de aprendizaje. De este modo, la evaluación no tiene solamente una función de acreditar el conocimiento, sino que también permite el aprendizaje a lo largo del proceso.

Participaron estudiantes de segundo año de las carreras de Lic. en Química y Bioquímica que cursaban la asignatura Química Inorgánica (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata). La actividad se realizó durante el primer cuatrimestre del año 2021, en condiciones de clases completamente virtuales de la asignatura.

La metodología de trabajo fue en parejas y cada estudiante podía elegir libremente con quien trabajar. Se les propuso una serie de temas relacionados con los contenidos de la unidad referida a los grupos 1, 2, 13, 14 de la tabla periódica y el elemento titanio, con curiosidades y/o diferentes aplicaciones. Sobre un total de 33 temas, los estudiantes podían elegir 3 y en base a esa elección, pero en función de un orden de prioridades, los docentes asignaron un tema a cada pareja/dupla. Las distintas temáticas desarrolladas se agruparon en 5 secciones: 1) historia, pasado y futuro, 2) fármacos, medicina y cosmética, 3) elementos en el organismo, 4) combustibles y espacio y 5) vida cotidiana.

Para poder escribir cada trabajo, se les especificó a los estudiantes por escrito y mediante una clase virtual sincrónica, cuáles eran las pautas preestablecidas a tener en cuenta (formato, referencias, extensión, consignas en las rúbricas, etc.). Además, se creó un documento compartido (con Google Docs) entre los dos integrantes y la cátedra, sobre el cual ellos debían trabajar. Estos documentos permiten rastrear las versiones previas y las intervenciones de cada integrante, lo que permite a su vez evaluar el trabajo colaborativo y progresivo. En ese documento, se les indicaba el tema y se les sugerían preguntas y/o aspectos interesantes para orientar la búsqueda inicial. Luego de 4 días de trabajo sin intervenciones docentes, se fijó una fecha en la cual se iba a realizar una “recorrida” por los diferentes documentos compartidos. Las docentes efectuaron un seguimiento de la actividad haciendo comentarios, sugiriendo modificaciones, respondiendo preguntas o brindando simplemente información. Por último, los estudiantes tenían dos días adicionales para terminar el texto y entregarlo para ser calificado.

Se implementaron las rúbricas como instrumento de evaluación de los textos producidos (Anexo). Los 10 aspectos que se consideraron con igual nivel de importancia (1 punto cada uno) fueron: adecuación general a la consigna, desarrollo conceptual, coherencia interna del trabajo, argumentación, creación y/o uso de material gráfico, producción de ideas personales, uso de

bibliografía, calidad del texto, presentación y, trabajo colaborativo y progresivo. A partir del grado de concreción, se agrupó los aspectos mencionados dentro de las categorías: a revisar (multiplicaba por 0), aceptable-bueno (multiplicaba por 0,5) y satisfactorio-muy bueno (multiplicaba por 1). De esta manera, se arribó a una calificación final numérica que debía ser igual o mayor a 6 para su aprobación. Debido a que esta instancia era uno de los requisitos para la acreditación de la asignatura, en caso de desaprobar, se podía volver a entregar el trabajo.

Luego del proceso de evaluación, todos aquellos estudiantes que querían participar de la difusión de sus textos tuvieron que hacer algunas modificaciones y brindar su autorización. En esta instancia, las correcciones se realizaron utilizando la herramienta de control de cambios de Word. Sobre un total de 24 trabajos entregados, sólo 19 de los mismos se compilaron en un único documento, para su posterior publicación.

Finalmente, se realizó una encuesta no obligatoria utilizando Google Forms con preguntas de opción múltiple y una abierta, de manera que los estudiantes pudieran expresar su opinión. El propósito fue conocer el impacto que produjo la implementación de esta nueva alternativa de evaluación en la Universidad. Se obtuvieron 29 respuestas en total.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A partir de la propuesta inicial y de los objetivos planteados, se puede dividir el trabajo en cuatro secciones: una que involucra la evaluación, en dónde se analizan las calificaciones obtenidas mediante rúbricas y la recepción de la propuesta por parte de los estudiantes. Seguidamente, se analizan las opiniones por parte de los estudiantes y del equipo docente. Luego, se detallan los principales errores o dificultades encontradas durante el proceso de evaluación y se proponen mejoras. Por último, se mencionan las características del documento final producido para difusión.

### **1- Análisis de los resultados obtenidos en la propuesta de evaluación**

Se evaluaron los 24 trabajos de acuerdo a los aspectos o ítems mencionados previamente (*sección metodología*). Del total, solo uno resultó desaprobado ya que no cumplía con las pautas preestablecidas. Los restantes obtuvieron calificaciones de 9-10 (42%), 8-8,5 (25%) 7-7,5 (17 %) y 6-6,5 (12%).

En cuanto a las opiniones del estudiantado, sobre 29 encuestados, un 89,7% mencionó que prefiere este tipo de evaluación, en lugar de la tradicional-sincrónica, mientras que el resto de los estudiantes (10,3%), se mostró indiferente. No obstante, como se muestra en la Figura 1 el tiempo que les demandó la elaboración del texto fue mayor para la mayoría de los estudiantes (59%), mientras que a un 34% les resultó más o menos el mismo y, para una minoría (7%) fue menor comparado con una evaluación tradicional.

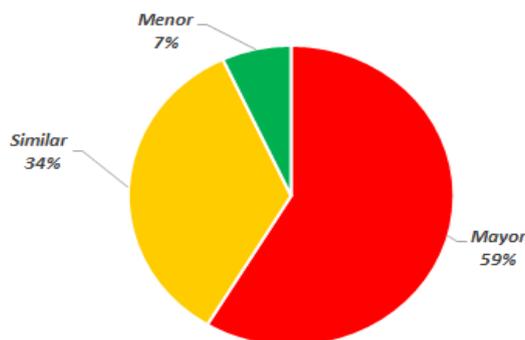


Figura 1. Gráfico de torta en porcentajes (%) del tiempo que les demandó a los estudiantes la elaboración del texto como método de evaluación alternativo en la Universidad (n=29 respuestas).

Respecto de la temática elegida o asignada, les resultó interesante para un 93,1% de los encuestados, mientras que al 6,9% restante le resultó indiferente. Además, al indagar acerca de su percepción del aprendizaje de contenidos mediante esta actividad, un gran porcentaje de los estudiantes (89,7%) consideró que había aprendido algo, mientras que el 10,3% restante respondió que tal vez. Ninguno de los encuestados respondió de manera negativa a las dos preguntas mencionadas anteriormente.

Asimismo, si bien se evidenciaron diferentes grados de avance durante la actividad, se puede afirmar que las intervenciones docentes realizadas (comentarios y/o sugerencias) les resultaron útiles a los estudiantes (un 100% contestó afirmativamente). A su vez, en muchas ocasiones, les permitió reorientar la búsqueda y/o reorganizar el texto. Lo mencionado anteriormente constituye una evidencia de la importancia de una retroalimentación en el proceso de aprendizaje, como plantean Anijovich y Cappelletti (2017).

En cuanto al uso de las rúbricas como instrumento de evaluación, todos coincidieron en que les resultó novedoso, tal como lo mencionan Sánchez-Santamaría y Boroel Fernández (2018), ya que de los 29 encuestados, 17 dijeron que nunca lo habían usado. 18 de ellos mencionaron además, que les sirvió para entender la nota final y 15 dijeron que pudieron realizar el trabajo sabiendo qué se iba a evaluar. Al igual que Araque Marín, Torijano Gutiérrez y Arango Londoño (2019), que implementaron rúbricas en un curso de química universitario, consideramos que resulta un instrumento valioso no solo como elemento de evaluación, sino como instrumento para la reflexión y la comunicación. Por último, 4 estudiantes afirmaron que no consideraron la rúbrica o no la tuvieron en cuenta durante la realización de la actividad propuesta. Dado que la encuesta era anónima, no se pudo establecer una correlación directa con la calificación obtenida.

## 2- Opiniones de los estudiantes y del equipo docente acerca de la propuesta.

En esta sección, se analizan las opiniones brindadas por los estudiantes en relación a la propuesta de evaluación empleada y una reflexión por parte del equipo docente. Las opiniones de los estudiantes se agruparon según: la

similitud de este tipo de trabajos con el que realiza el futuro profesional, el acompañamiento docente, la evaluación en sí, el trabajo de a pares o parejas y la aplicación de la temática.

Debido a que el objetivo de la evaluación era la producción de textos con un formato preestablecido, análogo a lo que se solicita en los congresos científicos, en este caso, a muchos les gustó hacer algo que tuviera relación con el tipo de trabajo que pudieran tener a futuro y así se evidenció en los comentarios: *"Me gustó que fuera un trabajo de investigación (...) son cosas que a futuro [vamos a tener que] hacer..."*, *"...Fue el primer texto que hicimos en la carrera..."*.

Asimismo, valoraron el acompañamiento docente en el proceso, como se mencionó anteriormente: *"Me gusto la dinámica y que las profesoras puedan intervenir"*. Con respecto a las intervenciones, una estudiante mencionó: *"Una instancia más de corrección me hubiera hecho sentir más segura ya que al ser la primera vez que trabajamos en algo así, me sentí pérdida sobre si las modificaciones que había hecho seguían lo que esperaba el docente"*. Como se indicó al principio, la finalidad era que el estudiante tuviera un rol activo en su aprendizaje, con mayor libertad y un docente que acompañe en ese proceso. Comentarios como el anterior, muestran que es muy difícil remover esa imagen de evaluación como "responder lo que espera el docente".

En relación a la evaluación, podemos destacar los siguientes comentarios: *"Me super gusto la idea, sale de lo común, pero al mismo tiempo se debe tener la responsabilidad de cualquier instancia evaluativa"*, *"No se sentía como una evaluación"*. Según Maggio (2018), el tipo de evaluación tradicional sumativa solo genera frustración y expulsión del sistema. Es por eso que este tipo de propuestas centrada en el aprendizaje de competencias por parte del estudiante sustituye a la enseñanza tradicional vinculada principalmente en la transmisión de conocimientos (García Sanz, 2014). No solo se evalúa para conocer el grado de desarrollo competencial de un estudiante, sino que también se realiza para convertir la propia evaluación en una situación de aprendizaje (Sánchez-Santamaría y Boroel Fernández, 2018).

También en los comentarios destacaron como algo positivo poder trabajar con otra persona: *"Me gusto que se pueda realizar en conjunto con un compañero ya que se puede debatir y complementar información y conocimientos"*, *"Me gustó poder trabajar con alguien de forma sincrónica y poder comparar las ideas que cada uno tenía sobre cada parte del trabajo"*. En el ámbito de enseñanza universitaria, las evaluaciones suelen ser individuales, sin embargo, en el ambiente laboral difícilmente trabajemos solos. Es por esto que poder intercambiar opiniones con otra persona resulta enriquecedor, pero también es necesario enseñar a trabajar de esa manera.

Asimismo, se intentó que todos los temas propuestos tuvieran relación con algún hecho de la vida cotidiana, es decir pasar del conocimiento como un fin en sí mismo a su aplicación en un ámbito dado. Al respecto, las opiniones fueron positivas: *"Me gustó (...) poder aplicar la teoría de los grupos vistos y cómo influyen sus propiedades en temas más generales"*, *"Me gustó poder aplicar lo visto teóricamente y "aislado", en cosas que vivimos durante la vida"*

*cotidiana*”, “*Es aplicar lo que vimos desde un lado más ligado a lo que muchos queremos hacer en un futuro*”. En los tres comentarios anteriores se destaca la palabra aplicación del conocimiento, lo cual está muy ligado al desarrollo de competencias por parte de los estudiantes. Resulta fundamental revisar las estrategias de enseñanza y de aprendizaje, de manera de garantizar que los estudiantes puedan realizar actividades que les permitan avanzar en el desarrollo de estas competencias (Tenaglia y col., 2011).

Por último, en cuanto a la percepción de las docentes, se puede destacar que fue mayor el trabajo realizado al principio porque se tuvo que diagramar la actividad y crear categorías de evaluación, lo que supone un esfuerzo extra a diferencia de las evaluaciones convencionales. Además, efectuar el acompañamiento personalizado para cada pareja implicó una mayor demanda que al trabajar con evaluaciones iguales. A pesar de ello, se puede decir que resultó de gran satisfacción no sólo leer las producciones realizadas por los estudiantes, sino también vivenciar esta experiencia a través de este nuevo método de evaluación.

A modo de cierre, podemos decir que la actividad de evaluación permitió generar un documento que pudo ser difundido por fuera del ámbito áulico y en el proceso de construcción del mismo, se evidenció una experiencia positiva tanto por parte de docentes, como de estudiantes.

### **3-Análisis de los principales errores encontrados y una posible mejora de la propuesta**

En cuanto a los trabajos, se encontraron errores comunes que se repetían en varias producciones. A continuación, se resumen y se especifican en qué parte de la rúbrica fueron tenidos en cuenta. Además, se incluye una reflexión y/o propuesta de modificación por parte del equipo docente:

- Exceso en la longitud solicitada (máximo una hoja). Se evidenció en casi todos los trabajos y se puntuó dentro del ítem presentación. A partir de este “error” más frecuente se realizó una relectura de la consigna propuesta y se detectaron ciertas ambigüedades que podrían dar lugar a diferentes interpretaciones. Si bien se aclaró verbalmente en la clase sincrónica que la extensión máxima era una hoja, en la consigna escrita decía “*Elaborar (...) un texto de alrededor de 500 palabras (aproximadamente una hoja)*” y debería estar redactado como “*extensión máxima una carilla*” para no dar lugar a confusión.
- Presencia de párrafos repetitivos y poca capacidad de síntesis, esto se agrupó en el ítem calidad del texto. Esto se comentó en la revisión de los textos haciendo devoluciones para cada caso en particular, sin embargo, muchas de las producciones finales evidenciaron oraciones redundantes. Esto está de acuerdo con diversas publicaciones en los últimos años que muestran problemas en los estudiantes para desarrollar habilidades lingüísticas, por ejemplo, dificultades de expresión y/u organización de ideas y problemas en la calidad de la argumentación (Ciriaco, 2021).
- En cuanto a la bibliografía, no se podía rastrear en algunos casos, la cita en el texto. Por consiguiente, resultó difícil distinguir producciones propias de las referencias. Esto se puntuó dentro del ítem bibliografía.

En el documento de referencia que se les brindó a los estudiantes, estaba detallado cómo citar las referencias, pero no explícitamente cómo integrarlas al texto. Esto se aclaró durante las revisiones de los documentos previos a la entrega, pero consideramos que se deberían modificarse también en el apartado de la consigna.

- Se observaron problemas con el manejo de los procesadores de textos. Si bien no era un aspecto a evaluar, era una herramienta indispensable para llevar a cabo la tarea. Por lo tanto, fue fundamental la intervención del docente para explicar cuestiones relacionadas a la utilización de las funciones/herramientas básicas de formato o de control de cambios de Word. No obstante, se pudo responder y avanzar sobre ese tema, aunque, quizás hubiese sido necesario una clase puntual y optativa sobre el manejo básico de Word o algún programa alternativo.

Al indagar al estudiantado y en función del análisis realizado por el equipo docente acerca de la mayor dificultad encontrada en el trabajo evaluativo, la opción elegida fue "resumir el texto para que entrara en una hoja" (18 respuestas), como se puede observar en la Figura 2. La segunda opción fue encontrar "buena información" (con fundamentos científicos) sobre el tema asignado (16 respuestas), lo que deja en evidencia la necesidad de enseñarles a construir criterios para realizar las búsquedas (Maggio, 2016). Relacionado con esto, pero en menor medida, se identificaron problemáticas como: seleccionar las imágenes, resumen y palabras claves (7 respuestas), seguir el formato pedido (7 respuestas) y trabajar con referencias y bibliografía (6 respuestas).



Figura 2. Principales dificultades encontradas en los estudiantes al realizar la actividad de evaluación (n=29 estudiantes encuestados).

#### 4- Descripción del texto compilado con las producciones de los estudiantes y su alcance fuera del ámbito áulico

Luego del proceso de evaluación y siguiendo el postulado de externalización de Brunner (1997), se elaboró a partir de las producciones de los estudiantes un documento único de difusión o Comunicación Pública de la Ciencia. Esta instancia, como se mencionó anteriormente, era optativa. Poder compartir el texto por fuera del ámbito áulico les pareció una propuesta interesante a los estudiantes. La mayoría mostró su agrado en la encuesta (89,6%), mientras

que un estudiante dijo que le daba vergüenza y dos dijeron que no se sentían preparados. Aquellos que decidieron compartir su trabajo, se les aclaró que iba a ser por dos vías distintas, un documento en la web y mediante imágenes en Instagram, siempre reconociendo su autoría. Ambos materiales generados se describen en detalle a continuación.

#### 4.1. En la web: texto compilado final

Los textos se compilaron en un documento único de 46 páginas con 37 autores que se publicó bajo licencia Creative Commons-BY-NC 4.0. La edición general estuvo a cargo de las docentes, autoras de este trabajo. Cuenta con una portada, un índice, un prólogo y luego los textos, con una longitud de dos páginas por tema ordenados en las 5 secciones ya mencionadas. Se encuentra accesible a través del link: <https://bit.ly/3aqbhYn> o escaneando un código QR.



Figura 3. Portada, índice y parte de uno de los textos producidos en el documento compilado, disponible en <https://bit.ly/3aqbhYn>

#### 4.2. En redes: en un perfil de Instagram

Posteriormente a la elaboración del documento y al cierre del cuatrimestre, se comenzó con la difusión en redes de cada uno de los textos producidos. Se seleccionaron dos frases claves de cada uno de ellos para crear placas con imágenes que inviten a leer el artículo completo, como se muestra en la Figura 4. Estas imágenes fueron publicadas desde el perfil @combyq que se utiliza para la difusión de noticias vinculadas con la química, la bioquímica y datos curiosos. En cada placa/imagen se transcribe parte del trabajo, se reconoce la autoría de los estudiantes y, en la mayoría de los casos, se los etiquetan en las publicaciones. Además, dentro de la descripción de la imagen se incluyeron las palabras claves que los estudiantes habían seleccionado con # (del estilo #palabraclave), lo que permite rastrear los conceptos fácilmente dentro de esta aplicación.

La difusión a través de las redes sociales permitió una mayor interacción puesto que varias de estas imágenes fueron compartidas en perfiles personales de los estudiantes, alcanzando a un público mayor e incluso fuera del aula y del ámbito académico como son familiares, amigos u otras personas. Asimismo, la cantidad de me gusta o comentarios que se recibieron y reciben a diario, ponen en evidencia lo mencionado.

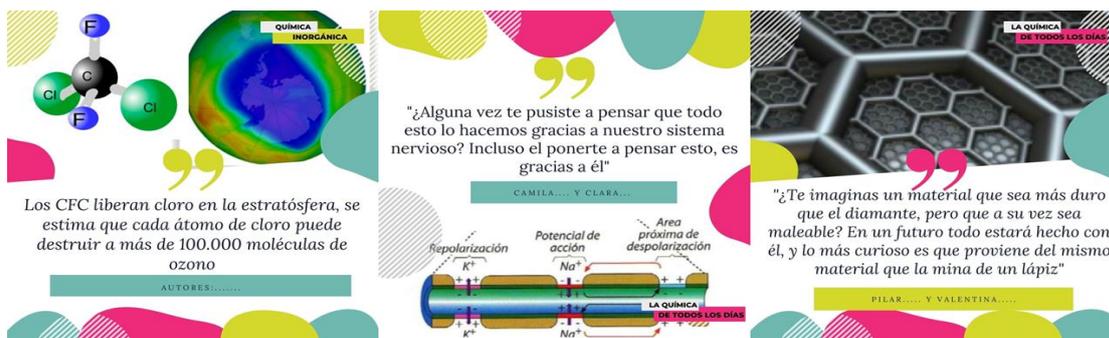


Figura 4. Algunas de las placas compartidas en el perfil de Instagram @combyq con frases extraídas de los textos producidos en la actividad de evaluación.

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

A modo de cierre, se puede afirmar que no sólo se cumplieron con los objetivos establecidos, sino que, además, la experiencia vivida evidencia la necesidad de continuar a futuro con la implementación de propuestas alternativas de evaluación de este tipo. Si bien estas actividades demandan más tiempo y un mayor compromiso por parte del docente que una evaluación tradicional, reflejan buenos resultados y, sobre todo, perdurables en el tiempo.

Asimismo, a meses de haber terminado la cursada, los estudiantes siguen compartiendo e interactuando con el contenido en las redes, lo que la hace una experiencia memorable y transformadora.

Como perspectiva a futuro y teniendo en cuenta el análisis de los errores más comunes encontrados, se sugiere desde el equipo docente emplear nuevamente la propuesta de evaluación a los nuevos estudiantes de Química Inorgánica, pero con modificaciones como, por ejemplo, cambios en la redacción de las consignas, además de readaptar la propuesta a la presencialidad plena. Asimismo, se propone seguir generando distintos tópicos relacionados con elementos de la tabla periódica para poder ir enriqueciendo el texto final compilado y que pueda ser publicado con ISBN.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras quieren agradecer al equipo docente de la cátedra de Química Inorgánica por crear un clima laboral que permita realizar trabajos de este estilo. También queremos agradecer a la FCEyN-UNMdP, y a los subsidios EXA 920/19 y 1022/21.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anijovich R. y Cappelletti, G., (2017). *La evaluación como oportunidad*. Buenos Aires. Paidós
- Araque Marín, P., Torijano Gutiérrez, S. A., y Arango Londoño, N. (2019). Diseño e implementación de rúbricas como instrumento de evaluación del curso de Química General e inorgánica para estudiantes de ingeniería. *Revista EIA*, 16(31), 131–143. <https://doi.org/10.24050/reia.v16i31.1059>

- Brunner, J. (1997). *La educación, puerta de la cultura*. Madrid, Visor.
- Ciriaco, A.S. (2021). Las publicaciones sobre la enseñanza del lenguaje químico en EDENLAQ. *Revista Educación en la Química*, 27 (2), 174-182. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/56>
- García-Sanz, M.P. (2014). La evaluación de competencias en Educación Superior mediante rúbricas: un caso práctico. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17 (1), 87-106. <https://doi.org/10.6018/reifop.17.1.198861>
- Lupi, L., Islas, M.S. (2021). La pandemia como motor de innovación forzada: Una experiencia en Química Inorgánica en condiciones de ASPO. *Educación en la Química*, 27(01), 105-109. <http://educacionenquimica.com.ar/ojs/index.php/edenlaq/article/view/24>
- Maggio, M. (2016). *Enriquecer la enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. Buenos Aires, Paidós.
- Maggio, M. (2018). *Reinventar la clase en la universidad*. Buenos Aires, Paidós.
- Maggio, M. (2021). *Educación en pandemia*. Buenos Aires, Paidós.
- Monereo, C. y Pozo, J.I. (2003). *La Universidad ante la nueva cultura educativa: enseñar y aprender para la autonomía*. Editorial Síntesis. <https://doi.org/10.13140/2.1.5069.2168>
- Pérez Gómez, A.I. (2017). *Pedagogía para tiempos de perplejidad. De la información a la sabiduría*. Rosario. Homo Sapiens ediciones.
- Rivero, M.E., De Longhi, A.L., Bermudez, G.M.A. (2016). Enseñanza de habilidades cognitivo-lingüísticas en las clases de ciencias, ¿qué opinan los profesores? XII Jornadas Nacionales y VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología *Volver a las fuentes: La resignificación de la enseñanza de la Biología en aulas reales*.
- Sánchez-Santamaría, J., y Boroel Fernández, B.I. (2018). Función pedagógica de las rúbricas de evaluación en la promoción de procesos de aprendizaje exitoso en la educación superior. En López García, C., y Manso, J. (Eds.), *Transforming education for a changing world*. (pp. 147-158). Eindhoven, NL: Adaya Press.
- Sardà, J.A. y Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 405-422.
- Tenaglia, M., Bertelle A., Martínez, J.M., Rocha A., Fernández, M., Lucca G., Bustamante, A., Dillon, M.; Distéfano M.H. (2011). Determinación y evaluación de competencias asociadas a la actividad experimental. *Revista Iberoamericana de Educación*. 56(1) 1-14. <https://doi.org/10.35362/rie5611556>

## ANEXO: RÚBRICA UTILIZADA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS TEXTOS PRODUCIDOS POR LOS ESTUDIANTES

ESCALA/CRITERIOS	A REVISAR (0 pts)	ACEPTABLE (Bueno) (0.5 pts)	SATISFACTORIO (Muy bueno) (1pto)
<b>1. ADECUACIÓN GENERAL A LA CONSIGNA. (1 pts.)</b> ¿El trabajo responde a las consignas formuladas?	El trabajo no cumple o cumple en forma muy parcial con las consignas, fechas de revisión, de entrega, etc.	El trabajo responde a la mayoría de los requerimientos, pero se constatan aspectos que se presentan en forma fragmentaria, incompletos.	El trabajo responde satisfactoriamente a las expectativas y a los requerimientos que se plantean en las consignas.
<b>2. DESARROLLO CONCEPTUAL (1 pts.)</b> ¿Se refleja en el trabajo lectura comprensiva, integración y transferencia de las principales ideas presentes en la literatura (libros o fuentes de internet)?	No se explicitan con claridad las conceptualizaciones que se incluyen en el trabajo. Se hace una mera transcripción de las mismas.	Se advierte integración de ideas abordadas en el curso y la transferencia de las mismas. Se fundamenta en forma apropiada la mayoría de los desarrollos del trabajo. Predominan los análisis, las reflexiones e implicancias apropiadas	Se identifica una adecuada interpretación y explicitación de ideas claves que se integran y transfieren apropiadamente. Se fundamentan satisfactoriamente los aspectos abordados en el trabajo, con análisis y apropiadas reflexiones e implicancias.
<b>3. COHERENCIA INTERNA DEL TRABAJO (1 pts.)</b> ¿Se evidencia en su conjunto coherencia interna en las producciones? ¿Se muestra articulación entre las fuentes seleccionadas y las ideas que se presentan y la temática propuesta?	Se observan fuertes debilidades en la coherencia interna. No se muestra articulación entre los referentes seleccionados y las ideas que se presentan; el problema/reflexiones que se plantean y las propuestas concretas.	En líneas generales se observa coherencia interna. Existe mayormente una vinculación entre los referentes seleccionados y las ideas que se presentan; entre el problema/las reflexiones que se plantean, el marco teórico y las propuestas concretas.	La coherencia interna del trabajo presentado es clara. Los desarrollos se presentan como un todo integrado donde la coherencia inicial se va concretando en cada apartado del desarrollo. Se advierte una vinculación entre los referentes seleccionados y las ideas que se presentan; entre el problema/las reflexiones que se plantean, el marco teórico y las propuestas concretas.
<b>4. ARGUMENTACIÓN (1 pts.)</b> ¿El análisis, las reflexiones, las propuestas, las producciones en general están apropiadamente argumentadas?	No se argumenta con claridad los análisis, las reflexiones, las propuestas, las producciones en general. Prevalecen fuertemente opiniones.	La mayoría de los análisis, las reflexiones, las propuestas, las producciones en general están argumentadas y se vinculan con los referentes teóricos.	Los análisis, las reflexiones, las propuestas, las producciones en general están apropiadamente argumentadas y se vinculan con claridad con los referentes teóricos.
<b>5. CREACIÓN/ USO DE MATERIAL GRÁFICO (1 pts.)</b> ¿Se acompaña el trabajo de material gráfico como dibujos o reacciones químicas que faciliten la comprensión?	No hay ningún material gráfico ni ecuaciones, es todo texto.	El material gráfico o la reacción química elegida resulta inadecuado para el tema a tratar.  La imagen, en caso de no ser producción propia, no está correctamente citada	Las imágenes o reacciones químicas agregadas complementan el texto, tienen relación con el tema y ayudan a comprenderlo mejor.
<b>6. PRODUCCIÓN DE IDEAS PERSONALES (1 pts.)</b> ¿En qué medida el trabajo presenta aportes personales a la explicación y comprensión de los distintos temas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se evidencia capacidad propositiva y/o capacidad de reflexión sobre los temas abordados, sino que se trata de meras transcripciones.</li> <li>- Se observa poca capacidad para:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- transitar desde los ejemplos específicos al marco conceptual o viceversa.</li> <li>- razonar creativamente a partir de la relación entre las lecturas realizadas, y de los conceptos aprendidos en la materia.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se explicitan reflexiones, y/o problematizaciones sobre las temáticas abordada.</li> <li>- Se demuestra capacidad propositiva.</li> <li>- Se observa cierta capacidad para moverse entre ejemplos y el marco conceptual y viceversa.</li> <li>- Se observan interpretaciones, asociaciones y aplicaciones, coherentes con el marco conceptual y el contexto de aplicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se plantean comentarios propios interesantes y apropiados sobre tópicos centrales significativos.</li> <li>- Se promueve la problematización sobre los temas desarrollados El planteo se ve enriquecido con ejemplos específicos.</li> <li>- Se demuestra capacidad reflexiva y propositiva sobre las cuestiones abordadas en el trabajo.</li> </ul>

<p><b>7. USO DE BIBLIOGRAFÍA. (1 pto.)</b>          ¿Se evidencia, a través de citas pertinentes, el uso de la bibliografía?, ¿Se emplea variedad de fuentes?, ¿Se incluyen nuevos aportes bibliográficos? ¿Se mencionan citas pertinentes?</p>	<p>- No hay citas          - Las citas, -si las hay-, no se conectan correctamente con el desarrollo del trabajo. No se relacionan con los aspectos abordados en el trabajo.</p>	<p>- Se realizan algunas citas y referencias oportunas          - Se realizan algunas referencias en forma incompleta y/o no siempre se vinculan con los planteos presentados en el trabajo.</p>	<p>- El trabajo final se fundamenta muy bien y se incorporan fuentes.          - Las referencias resultan ser oportunas y pertinentes para avalar los desarrollos presentados.</p>
<p><b>8. CALIDAD DEL TEXTO. (1 pto.)</b>          ¿Se presenta un texto inteligible? ¿Se muestra claridad y precisión? ¿Se utilizan correctamente las formas gramaticales?</p>	<p>Se presenta un texto poco claro comprometiendo su comprensión. Se emplea lenguaje impreciso y coloquial, perdiendo rigor técnico. Se usan incorrectamente las formas gramaticales, dificultando la comprensión del texto.</p>	<p>En general se presenta un texto inteligible. Se incorporan algunos conceptos ambiguos y términos usados con cierta imprecisión. En general las formas gramaticales son correctas.</p>	<p>Se expone un texto inteligible, las ideas se presentan con claridad y precisión. Las formas gramaticales se utilizan correctamente. Se lee de manera ágil y fluida. La propuesta se describe en forma completa y clara</p>
<p><b>9. PRESENTACIÓN. (1 pto.)</b>          ¿Se presenta en el formato solicitado?</p>	<p>No se incluye título y/o subtítulos, no se consideran los apartados sugeridos, las normas establecidas para la organización del trabajo. La bibliografía se encuentra mal citada o ausente a lo largo del texto principal y/o en el apartado correspondiente. No se respeta a la mayoría de los aspectos formales que se solicitaron (tipo de letra, interlineado, etc.)</p>	<p>El trabajo respeta la mayoría de las pautas establecidas. La bibliografía se presenta en forma adecuada. Se respeta la mayoría de los aspectos formales (tipo de letra, interlineado, etc.).</p>	<p>En el trabajo tiene completos todos los ítems requeridos. Se observa un trabajo bien organizado en partes que siguen las pautas establecidas. Se respetan los aspectos formales que se establecieron y la bibliografía se presenta adecuadamente tanto en el texto principal como en el apartado específico.</p>
<p><b>10. TRABAJO PROGRESIVO Y COLABORATIVO (1 pto.)</b>          ¿Se evidencia una mejora del escrito con el tiempo? ¿Se evidencia la participación significativa de todos los integrantes?</p>	<p>En el documento solo se evidencia una sola versión y no es posible rastrear versiones anteriores.          En el caso de parejas, solo se evidencia el trabajo de una sola persona o los aportes de una persona son insignificantes en el trabajo global</p>	<p>El documento evidencia pocas versiones.          Se ve que las dos personas trabajaron, pero en secciones y no se observa una producción colaborativa. O se observa o evidencia el trabajo de más personas que las que integran el grupo.</p>	<p>Se evidencia un trabajo progresivo en el documento.          Se arriba a un texto obtenido de manera colaborativa en el que la participación de los integrantes se observa de igual manera a lo largo de todo el texto.</p>

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **EL DESAFÍO DE ABORDAR VIRTUALMENTE LOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO EN LA FORMACIÓN DOCENTE EN TIEMPOS DE PANDEMIA**

Nora Raquel Nappa, Susana Beatriz Pandiella

*Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales.  
Universidad Nacional de San Juan*

E-mail: [noranappa@yahoo.com.ar](mailto:noranappa@yahoo.com.ar), [pandiellasusanabeatriz@gmail.com](mailto:pandiellasusanabeatriz@gmail.com)

Recibido: 30/09/2021. Aceptado: 12/05/2022.

**Resumen.** La experiencia presentada tiene como objetivo la preparación y conducción virtual de los aprendizajes de los prácticos de laboratorio en una cátedra de Química Orgánica en la Formación Docente durante la suspensión de la presencialidad causada por el COVID 19. Se realizó un trabajo virtual de los prácticos de laboratorio que propiciara aprendizajes, permitiera desarrollar habilidades y competencias científicas y fomentara el trabajo colaborativo a la vez de constituirse, estudiantes y profesores, en una comunidad virtual de aprendizaje. La realización de los prácticos de laboratorios virtuales se llevó a cabo en tres instancias: Prelaboratorio, Laboratorio y Postlaboratorio. Los resultados que surgen a partir de los instrumentos de evaluación utilizados (cuestionarios, informes, V de Gowin) se tradujeron en resultados positivos, aprobando el 80 % de los estudiantes en primera instancia y los restantes en la recuperación. Los estudiantes pudieron desarrollar competencias científicas, capacidades cognitivas de orden superior y competencias digitales.

**Palabras clave.** prácticos de laboratorio, formación docente, comunidad de aprendizaje virtual

### **The Challenge of Laboratory Practices in Teacher Training in Times of Pandemic**

**Abstract.** The experience presented aims at the preparation and virtual conduct of the learning of laboratory practices in Organic Chemistry in Teacher Training during the suspension of the presence caused by COVID 19. A virtual work of the laboratory practical ones was carried out that would promote learning, allow to develop scientific skills and competences and encourage collaborative work at the same time as constituting, students and teachers in a virtual learning community. The realization of the virtual laboratory practices was carried out in three instances: Prelaboratory, Laboratory and Postlaboratory. The results that arise from the assessment instruments used (questionnaires, reports, Gowin's V) resulted in positive results, approving 80% of the students in the first instance and the rest in the recovery. Students were able to develop scientific skills, higher-order cognitive abilities and digital skills.

**Keywords.** laboratory practice, teacher training, virtual learning community



## INTRODUCCIÓN

El aislamiento social y la interrupción de las clases presenciales que originó el COVID 19, generó en los docentes un gran desafío para concebir una propuesta educativa que propiciara aprendizajes, el desarrollo de habilidades y competencias científicas, que fomentara el trabajo colaborativo, entre otros, para alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos. El desarrollo de las competencias digitales cobró un valor superlativo en función de que la enseñanza sería, en el 2020, de manera virtual.

En este contexto fue imprescindible la incorporación de la tecnología digital en la trama de las experiencias escolares, como instancia significativa para promover una verdadera educación democrática. De esa manera se pretende garantizar el derecho de todos los estudiantes a una educación integral, posibilitando la construcción de conocimientos mediados por herramientas digitales.

Teniendo en cuenta el lugar central que ocupan los trabajos prácticos de laboratorio en el aprendizaje de la Química, uno de los mayores retos fue abordar la práctica frente a la imposibilidad física de realizar los trabajos prácticos de laboratorio, así como asumir el otro desafío de constituirse en una comunidad virtual de aprendizaje, estudiantes junto con los profesores (Cabero y Llorente, 2010).

Entendemos por comunidades virtuales de aprendizaje (CVA) aquellas que están constituidas por un grupo de personas que, conectadas a través de medios tecnológicos, persiguen un propósito común, siguiendo una serie de normas que les permite interactuar, fomentar el sentido de pertenencia al grupo permitiendo así la identificación con él. En las CVA existen espacios que permiten la interacción entre participantes a fin de alcanzar los objetivos de aprendizaje previamente establecidos, logrando un aprendizaje significativo. Relacionando "con el sentimiento de pertenencia y la posibilidad de participar y compartir conocimientos con otros aprendices, lo cual conlleva una mayor implicación por parte de los estudiantes, así como una mayor conexión con los resultados de su trabajo" (Onsurbe Belló, 2020).

Cabero y Llorente (2010) puntualizan en su investigación un conjunto de aspectos necesarios a tener en cuenta para lograr éxito al proponer una CVA, entre los más importantes se destacan los siguientes:

- los integrantes deben poseer un mínimo de competencias digitales para garantizar la participación,
- la organización debe fomentar la interacción y la confianza,
- el clima que se genere debe propiciar la creatividad, innovación e indagación, y
- acordar un método para trabajar y llegar a acuerdos.

Por otra parte, las comunidades virtuales de aprendizaje ayudan a generar cierta camaradería que hace que los estudiantes se sientan más acompañados, conducidos y apoyados para realizar las tareas que requiere el aprender. Aprender en una comunidad virtual es aprender en grupo, de forma colaborativa, desalentando la competencia donde cada uno de sus miembros aporta sus conocimientos y su visión para alcanzar metas

comunes, resolver algún problema o proyecto o hasta culminar con éxito una simple actividad (Cabero Almenara, 2006).

En la CVA según Rizo Rodríguez (2020), el docente cumple diferentes roles y responsabilidades que se las puede agrupar en cuatro categorías: pedagógica, social, administrativa y técnica. En lo pedagógico, el docente es un facilitador que contribuye con el conocimiento especializado, focaliza la discusión en puntos críticos, hace las preguntas y responde a las contribuciones de los participantes, le da coherencia a la discusión, sintetiza los puntos destacando los temas emergentes.

En lo social, el docente necesita habilidades para crear una atmósfera de colaboración que permita generar una comunidad de aprendizaje.

En el aspecto técnico, el docente debe garantizar que los participantes se sientan cómodos con el software y si es necesario apoyarlos.

En lo administrativo, el docente debe conocer el software para poder generar sub conferencias, grupos de trabajos.

En síntesis, los docentes en la CVA son proveedores de contenidos, facilitadores del aprendizaje, evaluadores tanto de los aprendizajes de los alumnos, como del proceso formativo y de su actuación. Así también desempeñan en la medida de sus posibilidades el rol de técnico proporcionando las ayudas necesarias frente a posibles dificultades de los estudiantes.

En las CVA se debe identificar al estudiante como un sujeto activo, con un alto compromiso de responsabilidad frente al desarrollo de actividades relacionadas con su formación académica y personal. A su vez, debe reconocer que el trabajo colaborativo característico de la CVA es un factor potenciador del verdadero intercambio de conocimiento y desarrollo personal. Debe respetar las diferencias, ser tolerante como así también reconocer y trabajar en pos de alcanzar las metas comunes.

La comunidad virtual de aprendizaje generada en nuestra experiencia, se caracterizó por un intercambio de información en diferentes formatos tales como documentos digitales, videos, simulaciones. También se produjo la generación y construcción de conocimientos nuevos, fomentando la interacción entre los miembros de la comunidad virtual utilizando para ello diferentes herramientas de comunicación y modalidades (sincrónica y asincrónica), como textuales (cuestionarios) y audiovisuales (videoconferencias) propiciando siempre una comunicación multidireccional en la cual los estudiantes participaban activamente, explicitando sus dudas, aportando ideas y compartiendo sus aprendizajes.

## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Tal como expusimos en el apartado Introducción, el papel de los trabajos prácticos de laboratorio en el aprendizaje de la Química es sustancial y las posibilidades que ellos ofrecen son muy amplias, permitiendo trabajar diferentes competencias. En este sentido, adherimos a la propuesta de Ramírez, Viera y Wainmaier, (2010) quienes indican que las competencias a promover con la realización de prácticos de laboratorio en carreras científico-

tecnológicas son: organización y toma de decisiones, destrezas manuales, procedimientos y actitudes investigativas, comprensión conceptual, actitudes sociales y gestión de la información. Estas competencias responden a tres campos claramente diferenciados, uno de ellos referido a aspectos cognitivos de orden superior (comprensión conceptual, gestión de la información), otro referido a aspectos manipulativos (destrezas manuales) y aquellos de orden axiológicos (actitudes y valores), así la comunidad de aprendizaje virtual se plantea como una metodología adecuada para realizar prácticas de laboratorio virtuales.

## **METODOLOGÍA**

En este trabajo, se presenta la experiencia de preparación, desarrollo y conducción de los aprendizajes correspondientes a los prácticos de laboratorio mediante una comunidad de aprendizaje virtual en la asignatura de Química Orgánica perteneciente al plan de estudios de Formación Docente durante el periodo de suspensión de la presencialidad causada por el COVID 19.

La realización de los trabajos prácticos de laboratorios en forma virtual se llevó a cabo a través de una plataforma digital mediante una metodología que constó de tres instancias: Prelaboratorio, Laboratorio y Postlaboratorio, según:

1- Prelaboratorio. Para esta actividad previa al trabajo experimental, el equipo de cátedra, teniendo en cuenta los aspectos más importantes del contenido a trabajar, elaboró material de lectura y proporcionó una serie de referencias bibliográficas que servirían para ampliar y profundizar los aspectos teóricos, además preparó una guía con preguntas orientadoras que se constituyó en un instrumento de evaluación diagnóstica y formativa, con retroalimentación realizada en un encuentro virtual donde se presentó un video introductorio del tema a trabajar, destacando los puntos más relevantes del mismo. Los materiales se prepararon de manera tal de incentivar la autonomía permitiendo al estudiante tomar decisiones que conduzcan a regular su propio aprendizaje en función a una determinada meta y a un contexto o condiciones específicas (Monereo y Castelló, 1997). El abordaje teórico de los aspectos fundamentales del contenido desarrollado en el laboratorio se abordó a partir de una guía con preguntas orientadoras. Esa guía se constituyó en un instrumento de evaluación diagnóstica y formativa, con retroalimentación que fue realizada en un encuentro virtual. En dicho encuentro de prelaboratorio se presentó un video introductorio del tema a trabajar, destacando los puntos más relevantes del mismo.

2- Laboratorio. El encuentro se concretó en la plataforma virtual. En un primer momento se efectuó la revisión de los ejercicios que conformaban la guía de laboratorio. Posteriormente se presentó el mecanismo de la reacción correspondiente utilizando un video de la reacción. Como parte final de esta instancia se visualizó y explicó un video, referido al tipo de reacción estudiada. Para la evaluación, se administró un cuestionario realizado con la herramienta digital para docentes Mentimeter que permite la creación de encuestas, de manera sencilla, rápida, gratuita y sin necesidad de registros

previos especiales. El docente elabora las preguntas y las diferentes opciones de respuestas desde donde el estudiante elige.

3- Postlaboratorio. En este encuentro se realizó una revisión de las actividades presentadas durante las clases de laboratorio. A fin de trabajar la escritura académica los estudiantes elaboraron un informe y conclusiones, utilizando la herramienta conocida como V de Gowin que consiste en un gráfico semántico basado en la teoría cognitiva del aprendizaje de Ausubel, que ayuda a los alumnos a comprender la naturaleza del conocimiento y su construcción (Novak, 1991) y permite la visualización de las relaciones teoría práctica. La técnica heurística en "V" según Novak y Gowin (1988), tiene valor psicológico porque estimula el aprendizaje significativo y ayuda a los alumnos a comprender el proceso mediante el cual los seres humanos producen el conocimiento (Novak y Gowin, 1988).

Los diagramas en V realizados por los estudiantes sirvieron de instrumento de evaluación sumativa en el proceso del abordaje virtual de los prácticos de laboratorio (algunas V heurísticas logradas por los estudiantes se muestran en el Anexo 1).

La evaluación de la experiencia se realizó a través de una rúbrica elaborada teniendo en cuenta que los indicadores se corresponden con los elementos de la V de Gowin y que se muestra en el Tabla 1 (Anexo 2).

## **RESULTADOS**

Los resultados que surgen a partir de los instrumentos de evaluación utilizados (cuestionarios, informes, V de Gowin) se tradujeron en resultados positivos, tanto en los prácticos, que fueron aprobados en 100% y en los parciales, que fueron aprobados en primera instancia por el 80 % de los estudiantes y los restantes aprobaron en la recuperación. En etapa pre-pandemia, el nivel de aprobación de parciales era de alrededor del 50 % en primera instancia.

El trabajo realizado en la comunidad virtual de aprendizaje permitió a los estudiantes interactuar activamente para alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos, participando y compartiendo conocimientos con sus pares.

Tanto los docentes como los estudiantes demostraron poseer las competencias digitales para conformar la comunidad virtual de aprendizaje, éstas se fueron acrecentando con el devenir del cursado, aumentó la confianza, la participación y la organización de los estudiantes, generando un clima que propició la creatividad, la indagación y los acuerdos.

Por otra parte, los docentes de la cátedra tuvieron que aprender a asumir los roles pedagógicos, sociales, administrativos, organizativos y técnicos que requiere conducir una CVA.

## CONCLUSIONES

Los estudiantes pudieron desarrollar competencias científicas, capacidades cognitivas de orden superior y competencias digitales a partir de realización de los trabajos prácticos de laboratorio virtuales.

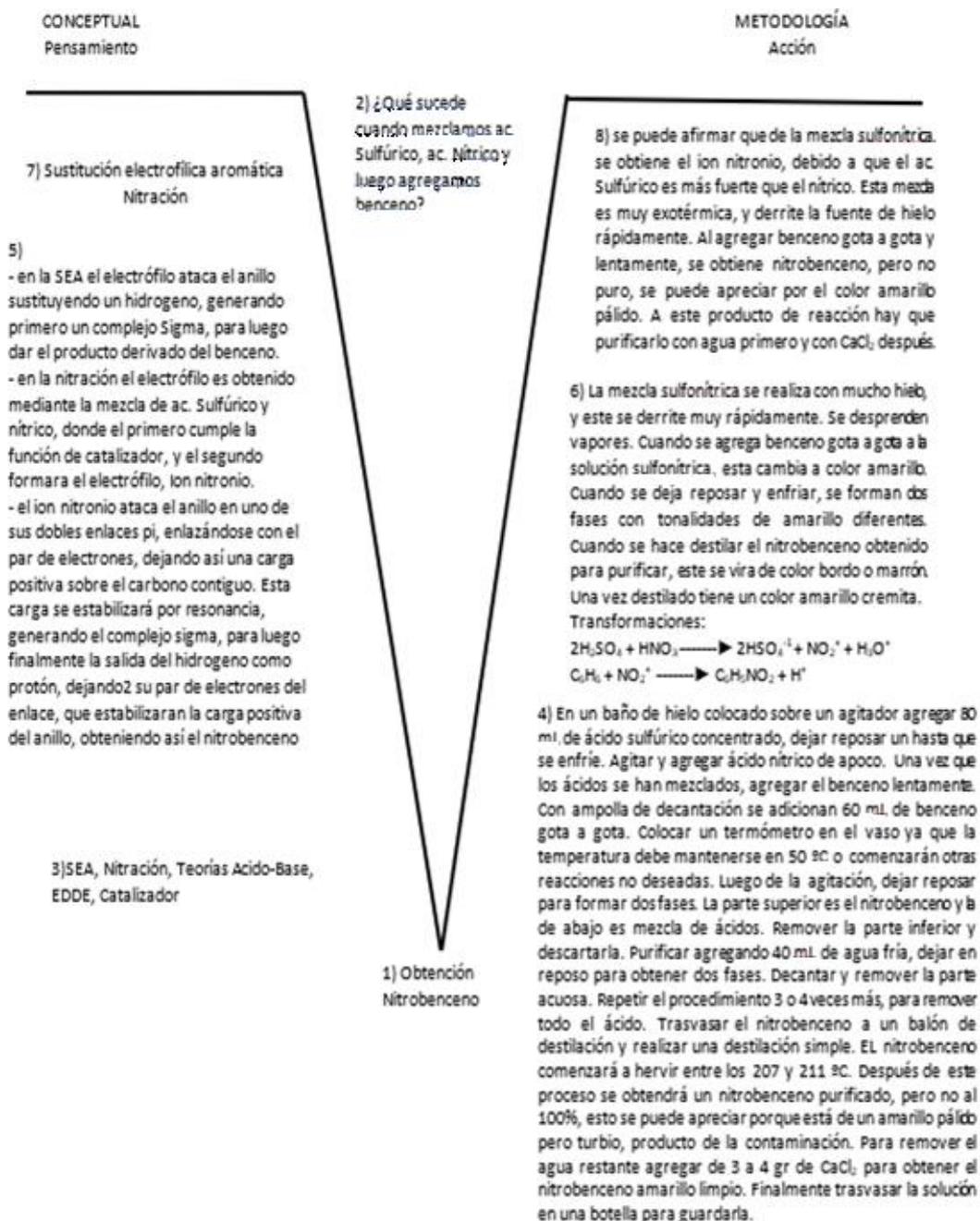
Un aspecto positivo de las experiencias virtuales de laboratorio es que, permite observar reacciones de síntesis con la utilización de reactivos específicos poco habituales en el laboratorio de enseñanza. Así mismo, la debilidad que presentan es la falta de ejercitación de los procedimientos manipulativos. Aun con sus debilidades y fortalezas, en estas circunstancias tan especiales, el laboratorio virtual posibilitó mantener al estudiante conectado con las actividades experimentales.

Por otra parte, la conformación de CVA potenció en el estudiante, el aprendizaje conceptual y el desarrollo de competencias científicas y digitales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabero Almenara, J. (2006). Comunidades virtuales para el aprendizaje. Su utilización en la enseñanza. *EDUTE. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 20, a053. <https://doi.org/10.21556/edutec.2006.20.510>
- Cabero, J. y Llorente, M. del C. (2010). Comunidades virtuales para el aprendizaje. *EDUTE., Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 34, a145. <https://doi.org/10.21556/edutec.2010.34.419>
- Monereo, C. y Castelló, M. (1997). *Las estrategias de aprendizaje. Cómo incorporarlas a la práctica educativa*. Edebé.
- Novak, J. y Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Martínez Roca.
- Novak, J.D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 215 - 228.
- Onsurbe Belló, S. (27 de marzo de 2020). *Comunidades Virtuales de Aprendizaje: pedagogías emergentes para el confinamiento (I)*. EDUCACIÓN 3.0. <https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/comunidades-virtuales-de-aprendizaje/>
- Ramírez, S., Viera, L. y Wainmaier, C. (2010). Evaluaciones en cursos universitarios de Química: ¿qué competencias se promueven? *Revista Educación Química*, 21(1), 16-21, <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/64449/56578>
- Rizo Rodríguez, M. (2020). Rol del docente y estudiante en la educación virtual. *Revista MultiEnsayos*, 6(12),2837. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v6i12.10117>

## ANEXO 1



## Conceptual

### Teoría

- SNA
- EDDE
- Aromaticidad según Huckel.

### Principios

- Existencia de intermedios de reacción o estados de transición que tengan una configuración estructural de modo que tal que la coordenada de reacción tenga valores permitidos de energía.
- Cuando el anillo está activado respecto a la SNA con grupos sustractores de electrones fuertes, se producirá el mecanismo normal de adición – eliminación.
- Los grupos nitro, ubicados en posición orto y para, sirven como reservorios de carga negativa, esto posibilita la SNA.
- Los nucleófilos pueden desplazar los iones haluros de los haluros de arilo
- El anillo debe contener un grupo poderoso que atraiga electrones.
- El anillo debe contener un grupo saliente.
- El grupo saliente debe estar en posición orto o para respecto del grupo que atrae electrones.
- Formación de complejo sigma ya que presenta estabilización por resonancia, presenta una carga negativa, que además de localizarse en cinco átomos de carbono sale del anillo por los efectos de los sustituyentes.

### Conceptos relacionados

Espontaneidad – EDDE – SNA – Deslocalización – Estabilidad – Benceno – Efectos de los sustituyentes en el anillo – Energía de resonancia – Solubilidad – Aromaticidad – Eliminación – Adición – Cristalización – Punto de Fusión – Nucleófilo – Haluros – iones.

## ¿Cómo se produce la SNA?

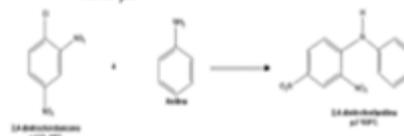
## Metodología

### Afirmaciones sobre conocimiento

- La reacción es No espontánea, requiere suministro de calor.
- Adición del nucleófilo al anillo aromático con posterior eliminación del halógeno.
- Cristalización como proceso de purificación.
- Determinación del punto de fusión para verificar pureza y compuesto obtenido.

### Registros y transformaciones

- La solución de etanol (incolores) y 2,4-dinitroclorobenceno (sólido blanco) es ligeramente amarillenta.
- Cuando agregamos la anilina de color pardo, la solución comienza a virar de amarillenta a naranja intenso.
- Luego de calentar comienza a precipitar un sólido muy pequeño con forma de aguja, color naranja.



### Procedimiento:

1. En un matraz de 50 mL, disuelva 0.5 g de 2,4-dinitroclorobenceno en 10 mL de etanol tibio. Agitar.
2. Con agitación constante agregue gota a gota 0.5 mL de anilina.
3. Calentar a baño maría durante 15 minutos sin llegar a ebullición y agitando constantemente.
4. Enfríe y filtre el sólido con ayuda de vacío, lavar el precipitado, en el mismo embudo, con 3 mL de agua caliente y luego con 3 mL de alcohol tibio
5. Secar al vacío, tomar una pequeña parte y determinar el punto de fusión.

“Obtención de la 2,4-dinitrofenilamina”

## ANEXO 2

Tabla 1: Rúbrica de la evaluación de la V de Gowin

Criterios	Excelente (3)	Satisfactorio (2)	Puede mejorar (1)	Inadecuado (0)
Identificación de la pregunta central	Se identifica claramente la pregunta central que incluye los conceptos que se van a utilizar y sugiere los acontecimientos principales y los objetos Correspondientes.	Se identifica la pregunta central que incluye conceptos, pero no sugiere los objetos o acontecimientos principal. O se han identificado objetos y acontecimientos erróneos en relación con el resto del ejercicio documental o de laboratorio	Se identifica la pregunta central, pero ésta no trata de los objetos y del acontecimiento principal ni sobre los componentes conceptuales de la V	No se identifica la pregunta central o clave
Conocimiento de la teoría a utilizar	Se identifica claramente que la teoría orienta la formulación de la pregunta central, guía la planeación del trabajo experimental, las acciones que conducirán al logro de respuestas y a la interpretación de los datos que se obtengan.	Se identifica claramente la teoría que orienta la formulación de la pregunta central que guía la planeación del trabajo experimental y guía las acciones que conducirán el logro de respuestas, pero no guía la interpretación de los datos a obtener.	Se identifica de manera clara la teoría que orienta la formulación de la pregunta central que guía la planeación del trabajo experimental pero no guía las acciones que conducirán el logro de respuestas y a la interpretación de los datos a obtener.	No se identifica de manera clara la teoría que dará sustento al trabajo experimental.
Relación entre teoría y conceptos	Los conceptos son sustentados por la teoría, ayudan a dar respuesta (s) a la pregunta central, tienen relación con el procedimiento, observaciones y resultados	Los conceptos son sustentados por la teoría, ayudan a dar respuestas a la pregunta central pero no tienen relación con el procedimiento, las observaciones y resultados	Los conceptos son sustentados por la teoría, pero no ayudan a dar respuestas a la pregunta central y no tienen relación con el procedimiento, las observaciones y resultados	Los conceptos no son sustentados por la teoría

Tabla 1 (Continuación): Rúbrica de la evaluación de la V de Gowin

Criterios	Excelente (3)	Satisfactorio (2)	Puede mejorar (1)	Inadecuado (0)
Comprensión en procedimientos y acontecimientos	Se ha identificado el acontecimiento principal y los acontecimientos y ambos son consistentes con la pregunta central.	Se ha identificado el acontecimiento principal y los acontecimientos, pero éstos últimos no son consistentes con la pregunta central.	Se ha identificado el acontecimiento principal y los acontecimientos pero no son consistentes con la pregunta central.	No se han identificado procedimiento ni acontecimientos.
Reconocimiento en observaciones y afirmaciones	Registra observaciones y afirmaciones que hacen referencia al acontecimiento estudiado.	No registra observaciones, solo registra afirmaciones que hacen referencia al acontecimiento estudiado.	No registra afirmaciones, solo registra observaciones que hacen referencia al acontecimiento estudiado.	No registra observaciones ni afirmaciones que hacen referencia al acontecimiento.
Entendimiento en el registro de datos y resultados	Los datos y resultados registrados son parte de la respuesta a la pregunta central.	Registra datos y resultados, pero no son parte de la respuesta a la pregunta central.	Solo registra datos, pero no resultados.	No registra datos ni resultados
Correcta elaboración de conclusiones	Considera, datos, resultados y la pregunta central para formular conclusiones.	Considera los datos y resultados pero no considera la pregunta central.	Formula conclusiones sin considerar los datos y Resultados.	No formula conclusiones

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **USO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN LA ENSEÑANZA DE “LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y SU CONSTITUCIÓN”**

Fernando Gabriel Olivares

*Cátedra de Química General, Ingeniería Química, Unidad Académica Río Gallegos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Argentina.*

E-mail: [folivares@uarg.unpa.edu.ar](mailto:folivares@uarg.unpa.edu.ar)

Recibido: 31/03/2022. Aceptado: 17/06/2022.

**Resumen.** Durante los meses de pandemia se debió virtualizar las clases presenciales en una suerte de enseñanza remota de emergencia. A fin de brindar a los y las estudiantes el contenido “la estructura de la materia y su constitución” del espacio curricular de Química General se hizo uso de varias estrategias didácticas, como el aula invertida o *flipped classroom*, y las herramientas tecnológicas: animaciones, simuladores y laboratorios virtuales. Los resultados obtenidos fueron alentadores, respecto a la visualización de los videos previos a las clases sincrónicas, la participación de los estudiantes en los foros y las actividades propuestas en el Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje. Este tipo de estrategias posee un excelente potencial para las aulas híbridas pensadas para el retorno a la presencialidad en las universidades.

**Palabras clave.** *educación remota de emergencia, clase invertida, animaciones, simuladores, laboratorios virtuales.*

### **Use of technological tools in the teaching of “the structure of matter and its constitution”**

**Abstract.** During the months of the pandemic, face-to-face classes had to be virtualized in a sort of emergency remote teaching. To provide students with the topic “the structure of matter and its constitution” of the course of General Chemistry, several didactic strategies were used, such as flipped classroom and technological tools: animations, simulators, and virtual laboratories. The results obtained were encouraging, regarding the views of the videos prior to the synchronous classes, student participation in the forums and the activities proposed in the Virtual Teaching-Learning Environment. This type of strategy has excellent potential for hybrid classrooms designed for the return to face-to-face teaching in universities.

**Keywords.** *remote emergency teaching; flipped classroom; animations; simulators; virtual laboratories.*

## **INTRODUCCIÓN**

Débora Kozak (2015) menciona “que mientras la *incorporación* (de tecnologías) alude a una situación en la que las «tecnologías se adosan» artificialmente, la *inclusión* se piensa surgida desde las necesidades específicas de cada contexto, instalando la innovación en los «quebres» entre la tradición institucional y su tendencia a la innovación” (Ambrosino, 2015, p. 133). Dicha inclusión implica una acción planificada, deliberada y decidida por



quienes la van a llevar adelante y quienes van a participar como estudiantes en la misma, por lo tanto, requiere estrategias de planificación pedagógicas específicas, y revisión de los tiempos, las propuestas y los roles a cumplir por las partes interesadas.

Durante la pandemia se vivió un contexto en donde el sistema educativo tuvo que transformarse porque la concurrencia a las escuelas ponía en riesgo la salud de las personas. La única estrategia válida que se encontró fue la virtualización de las clases que hasta entonces eran presenciales. En palabras de Martín (2021), esto implicó "sorpresa, emergencia, y sobre todo una subordinación a una situación de salud pública".

Todos los años, durante el mes de febrero, la Cátedra de Química General de la UARG realiza un Proyecto Especial de Desarrollo de Actividades de Extensión y Vinculación denominado "Seminario Taller de Vinculación a la Química". Tiene como objetivo familiarizar a los interesados en los conceptos básicos de química que son imprescindibles para lograr un mejor desempeño académico en la carrera universitaria elegida por el colectivo estudiantil. En este caso, se llevó a cabo entre el 10 de febrero y el 10 de marzo de 2020, iniciando la cursada del cuatrimestre con sólo una clase presencial dictada en el Campus Universitario el 19 de marzo de 2020, un día antes al inicio del "Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) declarado por el Poder Ejecutivo Nacional" (Decreto DNU 297/2020, Poder Ejecutivo Nacional).

La Resolución N° 0226/20-R-UNPA dispensaba del deber de asistencia al lugar de trabajo a los docentes y No docentes de la UNPA, mientras que la Resolución N° 0256/20-R-UNPA declaraba que "*las actividades de formación de grado [...] se deberán implementar a través de propuestas pedagógicas mediadas por tecnología que no contemplen la presencialidad física de los estudiantes, mientras dure el ASPO*". Todo esto nos hizo replantear el sentido y uso que le asignábamos al Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje (EVEA) institucional UNPABimodal en la presencialidad y la transformación necesaria y obligatoria a la virtualización, sin clases presenciales en absoluto. Resulta importante destacar la diferencia temporal de las propuestas pedagógicas implementadas en pandemia que recopilan Moreno Reyes, Mondragón Beltrán y Peña Vargas (2021) en relación con que el propósito de los primeros meses fue la continuidad académica del semestre en curso, mientras que para el segundo semestre del 2020 hubo margen para la planificación de las prácticas educativas.

El contenido inicial de la materia, "Estructura de la materia y su constitución", requiere de un elevado nivel de abstracción, de la interpretación de modelos y su relación con las leyes fundamentales de la química. Por lo tanto, surgen los siguientes interrogantes: ¿Cómo utilizar la virtualidad para abordar dichos contenidos? ¿Qué herramientas pedagógicas y tecnológicas pueden resultar efectivas para potenciar la apropiación de estos aprendizajes? ¿Cómo evaluarlos eficazmente en contexto de pandemia? Adquieren relevancia dichas preguntas teniendo en cuenta los recursos disponibles al inicio del ASPO y el limitado tiempo concedido para adaptarnos a esta modalidad de enseñanza. Se decide utilizar las estrategias didácticas de la clase invertida o *flipped classroom*, el uso de animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, el soporte digital de videoconferencias de Meet® e incorporar todas

las potencialidades del Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje (EVEA) UNPABimodal para la organización de las clases. Consecuentemente, la presente propuesta tiene por objetivos guiar a los y las estudiantes en la adquisición de los conocimientos de “la estructura de la materia y su constitución”, facilitar dichos contenidos mediante entornos y herramientas digitales que involucren las TIC, favorecer la interacción efectiva entre: estudiantes-contenidos, entre estudiantes-docentes y estudiantes entre sí, y por último, evaluar la eficacia de dichas actividades mediante el EVEA.

La presente secuencia didáctica se realiza desde una perspectiva constructivista de orientación sociocultural, basada en la incorporación de las TIC en educación en el marco social de la sociedad-red o sociedad digital, teniendo en cuenta las cuatro categorías del modelo de TIC y su función mediadora de las relaciones entre los elementos del triángulo interactivo adaptados por Bustos y Coll (2010).

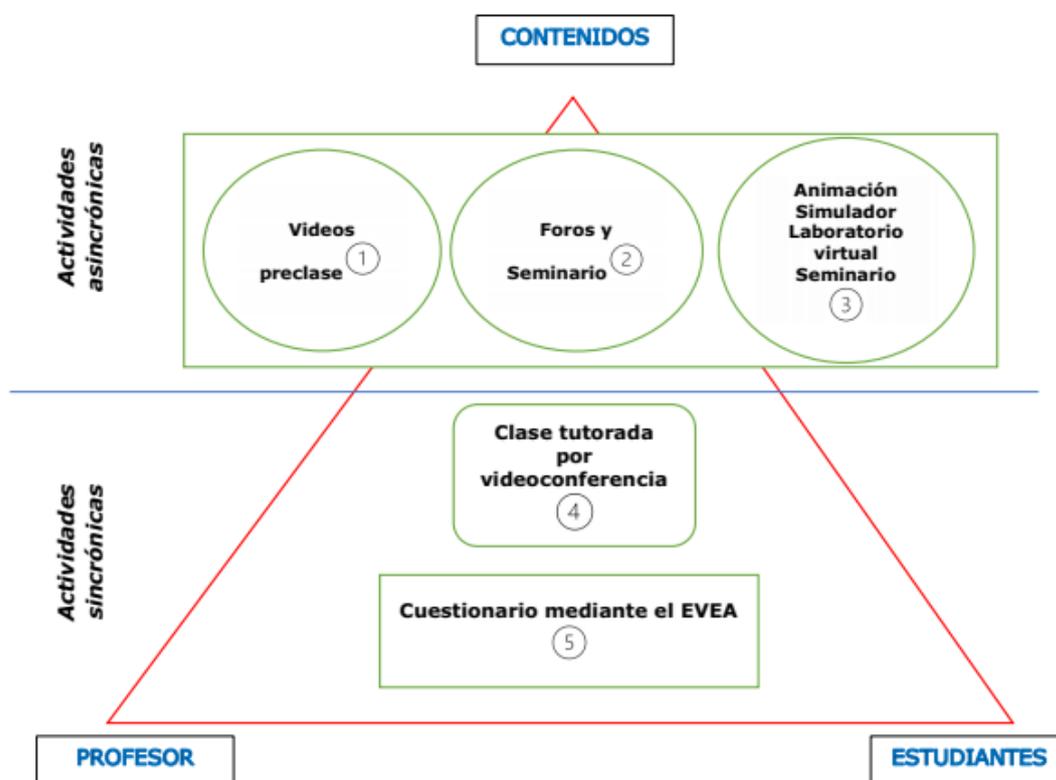


Figura 1. Secuencia didáctica de clase invertida en la virtualidad.

La Figura 1 esquematiza la secuencia didáctica propuesta en la presente experiencia. La misma consta de 5 fases, de las cuales 3 son asincrónicas y 2 sincrónicas. La primera (1) consta en subir el video con los contenidos explicativos a YouTube y habilitar el acceso a los estudiantes, la segunda (2) es incorporar los hipervínculos en el EVEA a simuladores, animaciones y laboratorios virtuales, la tercera (3) consiste en abrir un foro de discusión e intercambio colaborativo sobre los tópicos expuestos y presentar el seminario de problemas de lápiz y papel. Estas tres instancias son asincrónicas y previas al encuentro virtual. Luego, la cuarta instancia (4) consiste en llevar a cabo

la clase sincrónica por videoconferencia que permite aclarar dudas conceptuales, el uso de los simuladores y la resolución de los problemas del seminario. Finalmente, la quinta etapa (5) es una evaluación sincrónica mediada por un cuestionario subido al EVEA, con preguntas de distinta índole: múltiple choice, de respuesta textual corta, de respuesta numérica, etc. Si bien el cuestionario es por UNPABimodal, se realiza en simultáneo una videoconferencia para estar a disposición de los estudiantes para aclarar dudas sobre las preguntas y la forma correcta de cargar las respuestas.

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA PROPUESTA**

Hooper y Rieper (1995), la UNESCO (2002), Mckenzie (2005), Colás, Rodríguez y Jiménez (2005) y el Proyecto NETS (ISTE, 2008) proponen varios modelos que plantean diferentes niveles o estadios por los que pasa un profesor al apropiarse de una tecnología. Todos ellos plantean una fase de iniciación o familiarización, hasta llegar al estadio en el que los docentes son capaces de integrar la tecnología en el currículo y generar innovación (Saldivia, Briceño y Aguilar-Jiménez, 2019). Salinas (2009) ha elaborado una tipología basada en el uso que los profesores hacen del entorno virtual, con cinco categorías. Igualmente, estableció hasta seis perfiles generales de docentes basados en la tipología anterior y otros aspectos didácticos (estrategia, materiales, actividades, agrupamiento, etc.). Hasta el momento de la Resolución N° 0256/20-R-UNPA, el uso del EVEA que realizábamos en la materia correspondía al docente Tipo 1: “profesores que utilizan la plataforma para la distribución de materiales y/o con la posibilidad de hacer alguna actividad puntual de forma voluntaria. Pueden usar la plataforma para la gestión de la asignatura, ya sea a través del calendario, del tablón, del foro, etc.” (Salinas, 2009, p. 4), con un perfil PRESENCIAL: “el peso de la asignatura está en la parte presencial, se realizan actividades, exposición didáctica, etc. [...], la plataforma educativa se utiliza para la distribución de material” (Salinas, 2009, p. 4). Por lo tanto, para abordar la “Enseñanza Remota de Emergencia” (Hodges, Moore, Lockee, Torrey, y Bond, 2020) se requería algo más que tan solo un cambio de soporte de la información a un nuevo medio de transmisión mediado por tecnología: era necesaria una transformación del paradigma educativo, hasta entonces predominante.

Para este análisis, es de especial interés la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia, en la cual se sostiene que la combinación de información que active lo verbal y lo visual nos sirve para realizar aprendizajes más profundos (Raviolo, 2019). En síntesis, imágenes combinadas con palabras, sean leídas o sean escuchadas, hacen que la información a aprender se vuelva más potente, más fácilmente asimilable. En el caso particular de la enseñanza de la química, Pacheco, Lorduy, Flóres y Páez (2021, p. 2) concluyen que “el uso de simuladores PhET asociados con actividades experimentales promovieron la construcción de aprendizajes mejor estructurados y más profundos [...] por parte de los estudiantes, mediante la movilidad mental entre la información abstracta e implícita y representaciones macro o explícitas”.

## CLASE INVERTIDA O *FLIPPED CLASSROOM*, UN EJEMPLO DEL USO DE VIDEOS EN LA ENSEÑANZA

Para la primera unidad del programa de Química General se decidió realizar grabaciones de tres videos de 50 minutos, mediante PowerPoint® y subirlo a un canal de YouTube®, con acceso limitado a los estudiantes del curso (Figura 2). Esta actividad se pensó como un recurso específico a ser trabajado como clase invertida debido a las características generales que presenta este modelo de enseñanza y a las ventajas específicas del uso de videos en esta metodología.

Algunas particularidades fundamentales del aprendizaje invertido es que la instrucción directa se mueve desde el espacio de aprendizaje colectivo de la clase magistral hacia el espacio de aprendizaje individual, y este se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo en el que el educador guía a los y las estudiantes a medida que se aplican los conceptos (Berenguer Albaladejo, 2016). Es importante señalar que el modelo de clase invertida conlleva un gran ahorro en tiempo lectivo, reservando las horas presenciales para realizar proyectos con los que poner en práctica los conocimientos adquiridos y resolver dudas relacionadas con la temática explicada. Algunos beneficios potenciales de esta estrategia son: que los y las estudiantes mostrarían más interés y se sentirían más comprometidos, convirtiéndose en protagonistas de su propio aprendizaje y el ritmo y la implicación con su estudio dependería de ellos, teniendo mayor control sobre su proceso de aprendizaje (Aguilera-Ruiz, Manzano-León, Martínez-Moreno, Lozano-Segura, y Casiano Yanicelli, 2017; Ros-Gálvez y Rosa-García, 2014).



Figura 2. Repositorio de videos "Estructura de la Materia" en el canal de YouTube®.

Especialmente, la utilización de videos permite su reproducción tantas veces como se desee y sin importar el lugar desde el que se realice, permite detener la explicación cuando es necesario, facilita el esclarecimiento de conceptos, es un recurso acorde con la sociedad actual y es un material flexible que se puede adaptar a las necesidades de cada persona. Además, si es el profesor de la asignatura quien los genera, sus contenidos pueden ajustarse

perfectamente a las actividades que se realizarán, evitando así una de las desventajas de seleccionar videos de internet (Ros-Gálvez y col., 2014).

Se inauguró en UNPABimodal un foro de consultas para cada video (Figura 3) y se trabajó con esta unidad en tres encuentros sincrónicas vía Meet<sup>®</sup>, posterior a la presentación de la clase audiovisual. Se evaluó el impacto de los videos mediante la consulta en los foros, el nivel de dinamismo e interacción desarrollado por los estudiantes en los encuentros sincrónicos, por la cantidad de visualizaciones registradas y la resolución efectiva de los problemas de la unidad en los cuestionarios de evaluación del EVEA.

**Contenido Teórico: Estructura de la Materia**

Restringido Disponible desde 2 de abril de 2020  
Unidad 1: La materia y su constitución

**Video: Estructura de la Materia (Unidad 1 Parte 1)**

Leyes fundamentales de la química: ley de la conservación de la materia, ley de las proporciones definidas, ley de las proporciones múltiples. Teoría atómico molecular de Dalton, naturaleza eléctrica de la materia, tubo de rayos catódicos y tubo de rayos canales, relación q/m del electrón, experiencia de Millikan y teoría atómica molecular de Thomson.

**Consultas teóricas sobre la Unidad 1: La Materia y su constitución**

Este foro tiene por objetivo responder consultas específicas sobre los contenidos teóricos que se desarrollan entre el 30 de marzo y el 12 de abril de 2020, relativos al tema de referencia.

Está diagramado de tal manera que todos puedan ver las consultas de los participantes, "la duda de uno puede ser la duda de muchos", e ir respondiendo entre Uds. si así lo desean. En este caso particular, en que los contenidos teóricos se han dividido en varios videos ilustrativos, se responderán las consultas de la parte 1 cuando se ponga a su disposición la parte 2, y así sucesivamente.

**Animaciones sobre átomos, moléculas y iones**

Animaciones de los experimentos de tubos de rayos catódicos, tubo de rayos canales, experiencia de la gota de aceite de Millikan y experimento de Rutherford, tomadas del capítulo 2, átomos, moléculas y iones, del libro Chemistry, AP<sup>®</sup> Edition (Chang), 11th Edition Update.

**Simulaciones de Química**

Simulaciones del Phet Interactive Simulations de la Universidad de Colorado (USA).

Contiene simulaciones en español desde la construcción de un átomo y moléculas, balance de masa, hasta experiencias de dispersión de Rutherford o el efecto fotoeléctrico.

Figura 3. Contenido audiovisual, foro de consulta y material multimedia en el EVEA UNPABimodal.

Los contenidos seleccionados fueron:

- Video 1: Leyes de la conservación de la materia, las proporciones definidas y las proporciones múltiples. Teoría atómico molecular de Dalton, naturaleza eléctrica de la materia, tubo de rayos catódicos y tubo de rayos canales, relación q/m del electrón, experiencia de Millikan y teoría atómica molecular de Thomson.
- Video 2: Orígenes de la mecánica cuántica: radiaciones electromagnéticas (longitud de onda, frecuencia en el tiempo, frecuencia en el espacio, energía), radiación de cuerpo negro (Planck),

efecto fotoeléctrico (Einstein), espectros de emisión y absorción (Bohr), cuantización de la energía y de los radios atómicos. Interpretación de las series espectrales del átomo de hidrógeno e hidrogenoides (Balmer-Rydberg). Modelo atómico de Bohr y Sommerfeld.

- Video 3: Naturaleza ondulatoria de la materia. La hipótesis de las ondas piloto de De Broglie. Principio de incertidumbre de Heisenberg. Ecuación de onda de Schrödinger. Números cuánticos. Concepto de orbital atómico. Configuración y distribución electrónica de los elementos. Spin del electrón. Principio de exclusión de Pauli. Principio de máxima multiplicidad de Hund. Principio de construcción. Niveles de energía.

La participación en los foros de discusión tuvo que ver con dudas de alguna parte del video, la aplicación de los conceptos teóricos a problemas concretos y el uso de algunas fórmulas para resolver ejercicios de lápiz y papel. La comunicación fue multidireccional, profesor-estudiante y estudiante-estudiante, en un proceso de retroalimentación guiada. Las visualizaciones de los videos fueron 275, 162 y 99 veces, respectivamente. Y el 40 % de preguntas de la unidad fueron respondidas correctamente.

Según Moreno Reyes, Mondragón Beltrán y Peña Vargas (2021) la clase invertida adaptada al mundo virtual pandémico ha contribuido notablemente a flexibilizar los tiempos, estimular la autonomía de los estudiantes, favorecer la atención a los diversos estilos de aprendizajes y, como proceso general, hacer posible la enseñanza en un contexto totalmente en línea.

## **ANIMACIONES Y SIMULADORES EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA**

El uso de simulaciones, animaciones y otros dispositivos de hiper y multimedia resultan recursos valiosos para la comprensión de temas complejos que requieren de grados de abstracción elevados, y que de no aprehenderse significativamente terminan actuando como obstáculos epistemológicos (Pérez y Plaza, 2013).

Las simulaciones son particularmente útiles cuando por razones económicas o administrativas, de seguridad o de tiempo, el colectivo de estudiantes no puede actuar directamente sobre el material estudiado. Su gran ventaja es que pueden constituir visualizaciones concretas de modelos científicos, especialmente para obtener información acerca del objeto de estudio el cual no puede ser observado o medido directamente.

En la enseñanza de la química las simulaciones facilitan la visualización de la dinámica de un proceso químico, mejorando la comprensión de los conceptos, por ejemplo, a nivel molecular. Con ello, promueven que los estudiantes conecten más efectivamente entre sí las representaciones macroscópicas, simbólicas y microscópicas de los fenómenos químicos. Por ejemplo, ayudan a superar la imagen estática y en dos dimensiones que brindan los modelos representados en papel (Raviolo, 2010).

Acuerdan al respecto Moreno Reyes, Mondragón Beltrán y Peña Vargas (2021) al mencionar que los laboratorios virtuales permiten dar continuidad a las actividades que requieren forzosamente de la presencialidad. Bajo este

modelo los estudiantes pueden utilizar simuladores o software que permitan ayudar a representar escenarios equiparables a los que se encuentran en el mundo físico.

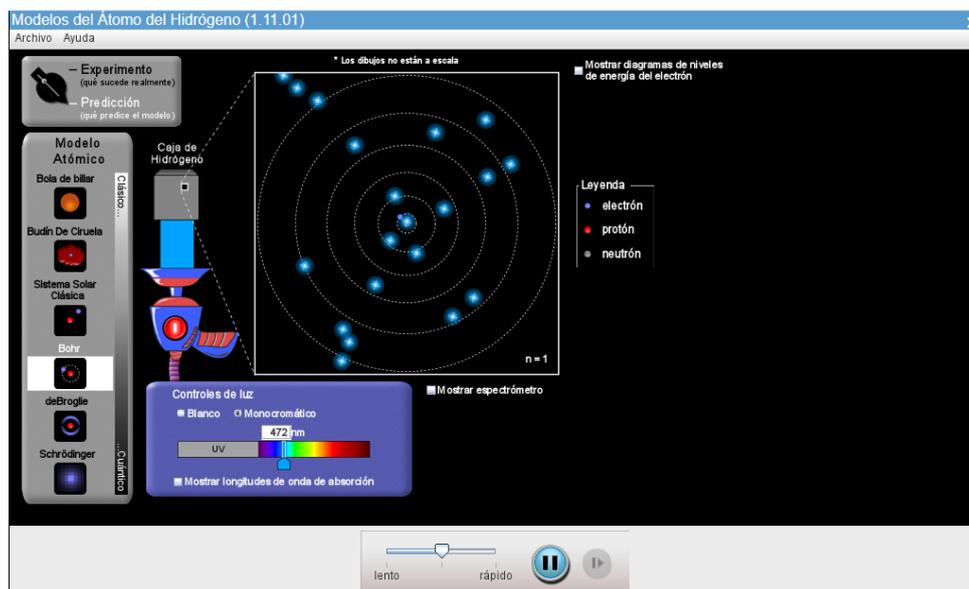


Figura 4. Representación de los modelos atómicos del átomo de hidrógeno, simulaciones Phet.

Previo a las clases sincrónicas se pusieron a disposición en el EVEA:

- Animaciones relativas a los experimentos de tubo de rayos catódicos, tubo de rayos canales, la experiencia de Millikan y el experimento de Rutherford

Disponible en:

<http://glencoe.mheducation.com/sites/0076656101/index.html>

- Simulaciones de construcción de átomos y moléculas, balance de masa, dispersión de Rutherford, interferencia de onda cuántica, radiación del cuerpo negro, efecto fotoeléctrico y modelos del átomo de hidrógeno, Figura 4.

Disponible en:

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/filter?type=html>

Luego, durante los encuentros sincrónicos se profundizó en los conceptos teóricos visualizados, se utilizaron las animaciones y los simuladores presentados, logrando interés por parte de los y las estudiantes hacia entornos tecnificados. Es de destacar que se puso a disposición de los alumnos la posibilidad de reproducir los experimentos un número elevado de veces, modificar las variables, predecir los resultados y extraer conclusiones (Cabero Almera, 2007), discutidas luego en los encuentros sincrónicos. Sin mencionar que algunas prácticas son imposibles de acceder por el coste o la infraestructura necesaria. Todo ello contribuyó a potenciar el aprendizaje mediado por tecnología usando la clase invertida como recurso pedagógico.

En iguales circunstancias temporales, iniciativas similares fueron tomadas en universidades regionales, como es el caso del uso de simulaciones computacionales en Química Medicinal, en la carrera de Farmacia de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (Zambon, Baggio y

Pinto Vitorino, 2020). Los autores concluyen que estas actividades no reemplazan a las instancias presenciales, sin embargo, "mostraron ser una herramienta de gran ayuda, que permitió a las alumnas situarse en el contexto del trabajo práctico y dimensionar la complejidad de la actividad propuesta". Lo antedicho concuerda con el concepto de efectividad de las prácticas realizadas en pandemia expresadas por Moreno Reyes, Mondragón Beltrán y Peña Vargas (2021) respecto al impacto positivo verificable en el cumplimiento de los objetivos que persiguen para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes. De acuerdo con los autores, la efectividad de la práctica puede realizarse por la observación del desempeño, por comentarios de los estudiantes, encuestas, observación de la participación, evaluación con cuestionarios o grupos focales.

La eficacia de esta experiencia en particular fue evaluada desde el uso instrumental de las herramientas informáticas, la participación en los foros, la dinámica desarrollada durante las actividades sincrónicas y las actividades evaluativas propuestas en el EVEA. Cabe destacar que algunas de las intervenciones en el foro eran dudas sobre consideraciones teóricas expresadas en los videos y su relación con las actividades del seminario de problemas. Ciertos simuladores fueron trabajados en los encuentros sincrónicos: balance de ecuaciones químicas, el efecto fotoeléctrico y el átomo de hidrógeno, reconociendo su funcionalidad, su relación con los conceptos teóricos y las actividades prácticas, a saber: cálculo de frecuencias, longitudes de onda y niveles de energía del átomo de Bohr y resolución de la Ecuación de Balmer-Rydberg.

El presente dispositivo pedagógico surgió como medida excepcional ante la necesidad de facilitar los contenidos de Química General a los estudiantes de primer año al inicio de la pandemia, sin embargo, quedó manifiesta la necesidad de reformular la enseñanza de la química desde el uso integral de los EVEA, pensando en la creación de aulas híbridas. Siendo este un recurso que se está implementando paulatinamente en las universidades en esta vuelta a la presencialidad, en especial en las materias que cuentan con una matrícula numerosa.

## **CONCLUSIONES E IMPLICACIONES**

El ASPO y la necesidad de virtualizar las actividades pedagógicas presenciales del espacio curricular de Química General propició que se reevaluara la práctica docente y se pusiera en tensión la utilización plena del EVEA institucional. Mediante el uso de herramientas tecnológicas y nuevas estrategias didácticas se propició el aprendizaje de la química en la virtualidad. Se considera que en este proceso de enseñanza se avanzó un nivel en la clasificación de Salinas (2009) respecto al tipo de profesor en cuanto al uso que hace del entorno virtual, siendo ahora el perfil docente SUPERPUESTO o ALTERNO, el cual incluye a los que realizan actividades individuales obligatorias en el EVEA, manteniendo una separación entre la parte virtual y la presencial, en este caso las prácticas experimentales de laboratorio, pendientes hasta el levantamiento de las restricciones sanitarias.

Es significativo destacar el uso ampliado de las TIC para la enseñanza de la química, como complemento al cursado presencial habitual. Los contenidos

curriculares se dictaron íntegramente desde la virtualidad de manera satisfactoria en el tiempo previsto para ello en el calendario académico, teniendo este modelo de enseñanza un gran potencial para el desarrollo de aulas híbridas en la enseñanza de la química.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera-Ruiz, C., Manzano-León, A., Martínez-Moreno, I., Lozano-Segura, M. del C. y Casiano Yanicelli, C. (2017). El modelo flipped classroom. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4(1), 261-266. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v4.1055>
- Ambrosino, M. A. (2015). El proceso de virtualización en programas académicos de la Universidad Nacional del Litoral. *Itinerarios Educativos*, 7, 130-150. <https://doi.org/10.14409/ie.v0i7.4953>
- Berenguer Albaladejo, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o *flipped classroom*. En: M. Tortosa Ybáñez, S. Grau Company y J. Álvarez Teruel (Coord.), *XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares*, 1466-1480.
- Bustos Sánchez, A. y Coll Salvador, C. (2010). Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje. Una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis. *Revista mexicana de investigación educativa*, 15(44), 163-184.
- Cabero Almera, J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la química: aportes desde la tecnología educativa. En: A. Bodalo Santoyo, E. Gómez Gómez, J. Zaragoza Planes y R. Álvarez Blázquez. (Eds). *Química: vida y progreso*, 1-34.
- Colás, P., Rodríguez, M. y Jiménez, R. (2005). Evaluación de e-learning. Indicadores de calidad desde el enfoque sociocultural. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 6(2). <https://doi.org/10.14201/eks.18186>
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Torrey, T., y Bond M. (27 de marzo de 2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *Educause Review*. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Hooper, S. y Rieber, L. (1995). Teaching with technology. En: A. C. Ornstein (Ed.), *Teaching: Theory into practice*, 154-170. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- ISTE (2008). *NETS for Teachers: National Educational Technology Standards for Teachers*, Second Edition, ISTE (International Society for Technology in Education).
- Martín, M. (28 de abril de 2021). ¿Cuál es la diferencia entre la educación remota de emergencia que tuvimos que llevar adelante en estos meses y la educación a distancia? *Portal Educ.ar*. <https://www.educ.ar/recursos/156858/mercedes-martin-cual-es-la-diferencia-entre-la-educacion-rem>.

- Moreno Reyes, H., Mondragón Beltrán, E. y Peña Vargas, C. (2021). Análisis de las experiencias de enseñanza y aprendizaje digitales aplicadas durante la pandemia de COVID-19 en el nivel superior desde el enfoque de las buenas prácticas educativas. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 12, e1257. [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v12i0.1257](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1257)
- Mckenzie, W. (2005). Becoming a Technoconstructivist. *On Cue, Spring 2005*, 21-23.
- Pacheco, A., Lorduy, D., Flórez, E., y Páez, J. (2021). Uso de simuladores phet para el aprendizaje del concepto de soluciones desde las representaciones en química. *Revista Boletín Redipe*, 10(7), 201-213. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i7.1358>
- Pérez, T., y Plaza, J. (2013). *Unidad 7: Animaciones, simuladores y laboratorios virtuales. Educación y Nuevas Tecnologías*. Profesorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad Nacional de Río Negro, 1-9.
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia. *Educación química*, 30(2), 114-128. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/2427>
- Raviolo, A. (2010). Simulaciones en la enseñanza de la química. *Memorias de las VI Jornadas Internacionales y IX Jornadas Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química*. 1-9.
- Ros-Gálvez, A., y Rosa-García, A. (2014). Uso del vídeo docente para la clase invertida: Evaluación, ventajas e inconvenientes. En: B. Peña Acuña (Coord.), *Vectores de la pedagogía docente actual*. 423-441.
- Saldivia, B., Briceño, M., y Aguilar-Jiménez, A. (2019). Apropiación de las Tecnologías de Información y Comunicación como Generadoras de Innovaciones Educativas. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 30,(58), 267-289. <https://doi.org/10.33255/3058/413>
- Salinas, J. (2009). Modelos emergentes en entornos virtuales de aprendizaje. *Congreso Internacional Edutec 2009: Sociedade do Conhecimento e Meio Ambiente: Sinergia Científica, Manaus*, 1-18.
- UNESCO (2002). Information and Communication Technology in Education. A Curriculum for Schools and Programme of Teacher Development. <http://unesdoc.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?-catno=129538&qp=1&mode=e&lin=1>.
- Zambon, A., Baggio, S. y Pinto Vitorino, G. (2020). Simulaciones computacionales en Química Medicinal: de la emergencia a la permanencia. *Educación en la Química*, 26(2), 168-176. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/82/149>

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **INCORPORACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA COMO PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE CIENCIAS**

María Alejandra Carrizo, Marta Estefanía Barutti, Sofía Belén Soto

*Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Consejo de investigación, Universidad Nacional de Salta. Argentina*

E-mail: [acarrizo77@gmail.com](mailto:acarrizo77@gmail.com)

Recibido: 5/10/2021. Aceptado: 02/06/2022.

**Resumen.** La incorporación de realidad aumentada en contexto áulico virtual o presencial constituye un desafío y una oportunidad de presentar a los estudiantes contenidos altamente interactivos, pues permite evolucionar de la visualización y el empleo de información desde contextos en 2D hacia aquellos de 3D, facilitando la comprensión de determinadas temáticas con cierto nivel de abstracción. Complementa la información del mundo real con la información virtual generada a través de algún dispositivo tecnológico, incentivando la motivación del alumnado y mejorando con ello el aprendizaje, dentro y fuera de las aulas. Para contribuir a su difusión como alternativa didáctica en la enseñanza de las Ciencias, compartiremos las experiencias de su implementación en diferentes ámbitos educativos, utilizando aplicaciones seleccionadas disponibles a través de Google Play Store.

**Palabras clave.** realidad aumentada, propuesta didáctica, enseñanza y aprendizaje, ciencias

### **The incorporation of augmented reality as a didactic proposal for the teaching and learning of science**

**Abstract.** The incorporation of augmented reality in a virtual or face-to-face classroom context constitutes a challenge and an opportunity to present highly interactive content to students, as it allows them to evolve from the visualization and use of information from 2D to 3D contexts, facilitating the understanding of certain themes with a certain level of abstraction. It complements the information from the real world with the virtual information generated through some technological device, encouraging student motivation and thereby improving learning, inside and outside the classroom. To contribute to its dissemination as a didactic alternative in the teaching of Sciences, we will share the experiences of its implementation in different educational fields, using selected applications available through the Google Play Store.

**Keywords.** augmented reality, didactic proposal, teaching and learning, sciences

## **INTRODUCCIÓN**

La Educación Secundaria es el nivel educativo donde mayores cambios y esfuerzos se deben realizar a fin de garantizar trayectorias escolares continuas y completas; nos exige a los docentes revisar los modos de organización de la práctica a fin de recrear un proceso de enseñanza inclusiva. Por tanto, debemos asumir el desafío de diseñar e implementar estrategias y



recursos didácticos innovadores para orientar la enseñanza con el fin de implicar subjetivamente a los alumnos en sus aprendizajes. Consideramos la enseñanza como un proceso donde el profesor orienta y acompaña al alumnado en la construcción del conocimiento.

En las Ciencias Naturales en general, y Química en particular, enseñar conceptos, hechos o fenómenos que involucran cierto grado de abstracción conlleva a un desinterés de los estudiantes y a la asunción de actitudes de rechazo hacia su conocimiento. Así, el origen de este trabajo radica en cómo encarar las clases de esta disciplina, consideradas teóricas, difíciles, descontextualizadas y a veces aburridas.

Frente a esta realidad, Vázquez y Manassero (2008) hacen referencia a que el planteamiento de los contenidos de Química en un contexto atractivo mejora el interés de los estudiantes. De acuerdo a ello, creemos que las instituciones educativas deben compartir la hegemonía socializadora sobre la infancia y la juventud con las redes sociales y las tecnologías digitales con que conviven día a día; esto las obligaría a renovarse para adaptarse a las necesidades de los alumnos y de la comunidad educativa en general, a desplegar modelos de enseñanza en consonancia con la era tecnológica y con la sociedad de la información y del conocimiento, facilitando la inclusión de los estudiantes en la cultura digital (MOA, 2017).

Según Cabero, Vázquez Cano y López Meneses (2018), la realidad educativa y tecnológica en las aulas de los diferentes niveles académicos requiere en la actualidad la incorporación de nuevas herramientas, que acerquen los contenidos curriculares a los alumnos de manera sencilla, lúdica y formativa. De allí la necesidad de promover la alfabetización científica-tecnológica implementando propuestas didácticas para las clases de ciencias que, además de incluir relaciones del contenido con la vida cotidiana y problemáticas que surjan del contexto de los alumnos, incorporen tecnologías emergentes como la realidad aumentada (RA), que nos permite amplificar y enriquecer con más información nuestro entorno. Investigadores y educadores coinciden en que el uso de la RA hace que el interés de los alumnos y la participación activa de éstos aumenten, refuerza el aprendizaje e incrementa la motivación por aprender (Atrio y Guardado, 2012; Reinoso Ortiz, 2012; Cabero y Barroso, 2016; Moreno Martínez y Leiva Olivencia, 2017).

La realidad aumentada es una tecnología que nos permite la visualización, directa o indirecta, de elementos del mundo real combinados con elementos virtuales, generados por un ordenador, cuya fusión da lugar a una realidad mixta (Cobo y Moravec, 2011; Prendes, 2015). En la misma línea, Azuma (1997) la concibe como aquella tecnología que combina elementos reales y virtuales creando escenarios interactivos en tiempo real y registrados en 3D.

La inclusión de RA en la práctica profesional docente provoca una transformación en las diferentes estrategias de enseñanza, complementando determinadas técnicas. Como todo recurso didáctico contribuye a mediar entre el contenido a enseñar y el estudiante, mejorando su desempeño (Gómez, 2017). Aplicarla es un desafío y una oportunidad que permite presentar contenidos de manera interactiva, que respondan a expectativas y necesidades de nuestros estudiantes con el fin de que puedan interpretarlos, relacionarlos con el mundo real para comprenderlo, y evolucionar de la

visualización y empleo de información desde contextos en 2D (por ejemplo, libros de textos) hacia aquellos de 3D, construyendo puentes entre la teoría y la experiencia práctica.

Para utilizar RA no se precisan conocimientos referidos a informática y/o programación; basta con poseer un dispositivo tecnológico (celulares, tablets) con conectividad a internet y un activador (código QR, marcador u otros) tal como se muestra en Figura 1.

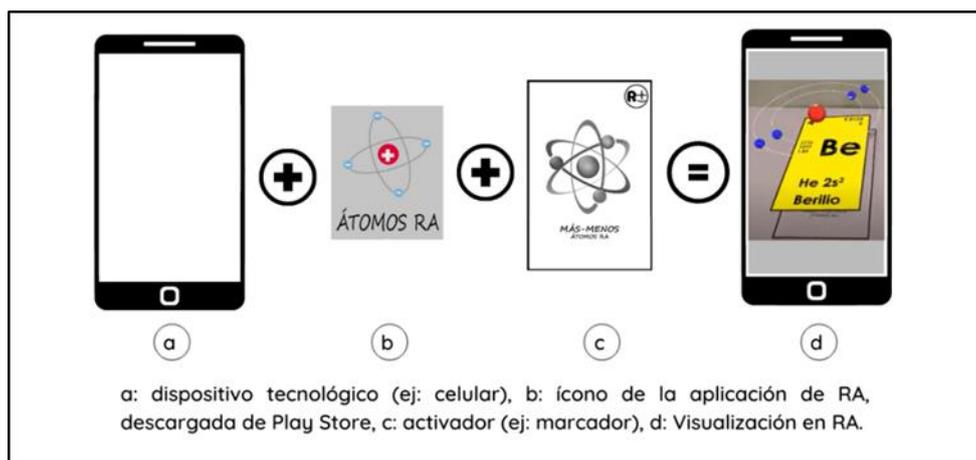


Figura 1. Elementos necesarios para aplicar realidad aumentada

Así, el uso de dispositivos tecnológicos, tan reprimidos en las aulas por la distracción que generan, cobra otro sentido por la utilidad educativa que tienen a partir de la incorporación de la RA. Cabe decir que la conectividad a internet es importante para descargar las aplicaciones (Apps) diseñadas para ejecutarse en estos dispositivos móviles. Por su parte, el activador es un elemento del mundo real que almacena información o nos vincula con ella y, cuando es reconocido por la cámara, la aplicación en él descargada proyecta la información virtual asociada.

El objetivo del presente trabajo es compartir experiencias de usos y aplicaciones de realidad aumentada para contribuir a su difusión como una alternativa didáctica posible de ser implementada en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

## METODOLOGÍA

En los últimos años (2019 – 2021), concretamos experiencias didácticas con incorporación de RA. Para ello, se seleccionó una variedad de Apps gratuitas y disponibles para Android, sistema operativo de mayor accesibilidad en nuestro ámbito educativo (Figura 2).

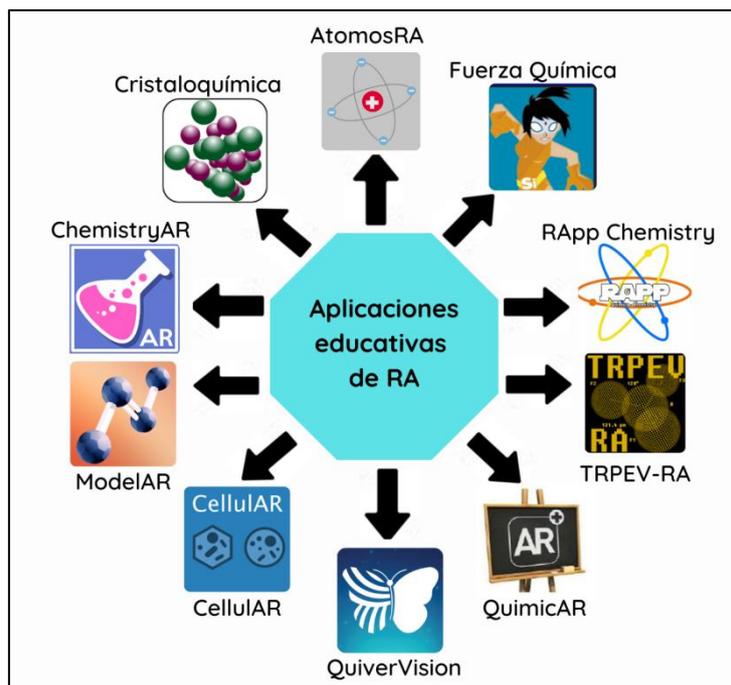


Figura 2. Aplicaciones seleccionadas de realidad aumentada

Presentamos la tecnología de RA en diferentes entornos educativos, de manera presencial y virtual, sincrónica y asincrónica, en interacción con distintos grupos, tales como:

- a.- Estudiantes universitarios.
- b.- Estudiantes de Educación Primaria y Secundaria.
- c.- Docentes de Educación Primaria y Secundaria.

Compartimos a continuación la implementación en cada uno de estos grupos:

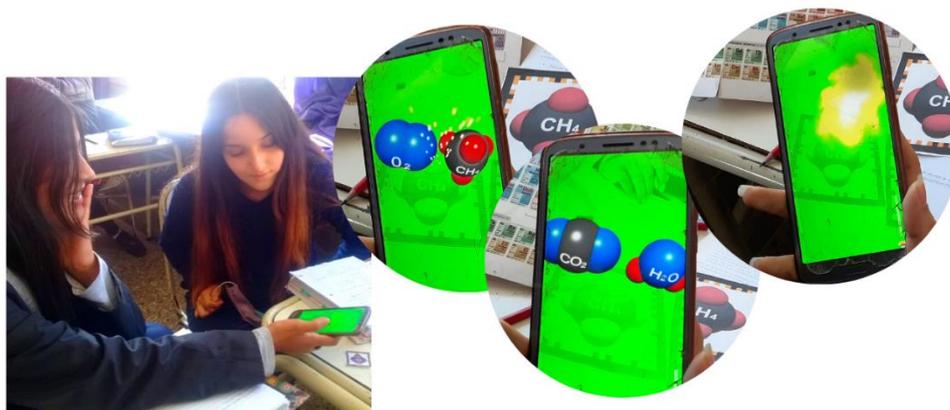
**a.-Estudiantes universitarios en el marco de asignaturas correspondientes al campo de práctica profesional docente**

Durante el cursado de Didáctica Especial de la Química (asignatura correspondiente al cuarto año de la carrera Profesorado en Química), en el abordaje de la temática "estrategias didácticas", las docentes en formación inicial elaboraron recursos sobre diferentes contenidos de la disciplina, con incorporación de la tecnología de RA.

En el marco de la Práctica de la Enseñanza de la Química, diseñaron e implementaron en contexto áulico secuencias didácticas utilizando algunas Apps de RA. Una de dichas secuencias, aplicada con alumnos del 5º año de Educación Secundaria, orientación en Economía y Administración, tuvo como objetivo interpretar la reacción de combustión desde los tres niveles de representación de la materia y la vida cotidiana, haciendo uso de la App QuimicAR.

Las actividades propuestas a través de una guía de aula taller, en referencia al tema "Hidrocarburos saturados alifáticos (alcanos)", fueron: identificación de las sustancias interviniendo en la reacción química de combustión,

mediante el uso de marcadores; formulación de la ecuación química correspondiente, indicando estados de agregación de las dichas sustancias y sus características, según el modelo cinético molecular; y, por último, clasificación de los reactivos, en combustible o comburente. Posteriormente, se trató la combustión incompleta del metano y los alumnos se involucraron en la elaboración colaborativa de folletos informativos y de concientización, referidos a la intoxicación por monóxido de carbono, haciendo uso de las TIC (Figura 3).



*Figura 3. Alumnas de Educación Secundaria visualizando la reacción de combustión del metano con QuimicAR*

### **b.- Estudiantes de Educación Primaria y Secundaria**

Con el fin de ofrecer información acerca de la oferta educativa de las instituciones de Educación Superior, el Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Provincia de Salta, en conjunto con la Universidad Nacional de Salta y la Universidad Católica de Salta, organiza anualmente ferias educativas de divulgación científica, destinadas principalmente a los estudiantes que se encuentran en los últimos años del Educación Secundaria, aunque también concurren alumnos de Educación Primaria. En este contexto, con el objetivo de compartir y difundir una tecnología emergente e innovadora (RA) de reciente uso en el ámbito universitario – Facultad de Ciencias Exactas – brindamos a los asistentes la posibilidad de visualizar el modelo atómico de Bohr, a partir de una tabla periódica de los elementos químicos de la vida cotidiana (Editorial Santillana), que incluía determinados marcadores correspondientes a la aplicación RApp Chemistry (Figura 4).

### **c.- Docentes de Educación Primaria y Secundaria**

Con el objetivo de contribuir a la difusión e implementación de la RA para promover experiencias áulicas innovadoras, brindamos un taller de capacitación destinado a docentes de Ciencias Naturales y de Química, que ejercen sus funciones en Educación Primaria y Educación Secundaria, respectivamente, como así también a estudiantes avanzados del Profesorado en Química.

El curso taller se concretó con la modalidad mixta, combinando encuentros presenciales e instancias virtuales asincrónicas.



*Figura 4. Alumnos de Educación Primaria visualizando un modelo atómico con RApp Chemistry*

En los encuentros presenciales, al inicio, proyectamos videos acerca de las distintas Apps que abordaríamos. En el desarrollo, entregamos a los asistentes instructivos de uso y guías de actividades, referidas a la identificación de los alcances y limitaciones de tales Apps y sus vinculaciones con los contenidos curriculares de las asignaturas del área de Ciencias Naturales. A modo de cierre, socializaron las actividades con el grupo de pares.

Para la virtualidad se empleó la plataforma Moodle, a través de la cual los asistentes accedieron al material teórico – práctico, consultas en línea, así como actividades propuestas a través de foros, tareas y/o wikis.

En el último encuentro, invitamos a los participantes a completar una encuesta, cuyo objetivo fue conocer opiniones en relación a la significatividad y factibilidad del empleo de realidad aumentada en sus prácticas docentes, como así también de la dinámica del taller.

Para la aprobación del curso, los docentes debieron elaborar un proyecto de clase/secuencia didáctica con incorporación de, por lo menos, una de las aplicaciones de realidad aumentada presentadas, para su implementación a corto plazo en el contexto áulico correspondiente.

## **RESULTADOS**

En relación con el primer grupo, la utilización de esta tecnología con los alumnos de Educación Secundaria permitió que los mismos sean capaces de trabajar de manera colaborativa, comunicarse y aprender a aprender. Para dar cuenta de ello se presenta, a continuación, un extracto del diario de una docente en formación inicial en el marco de su práctica docente:

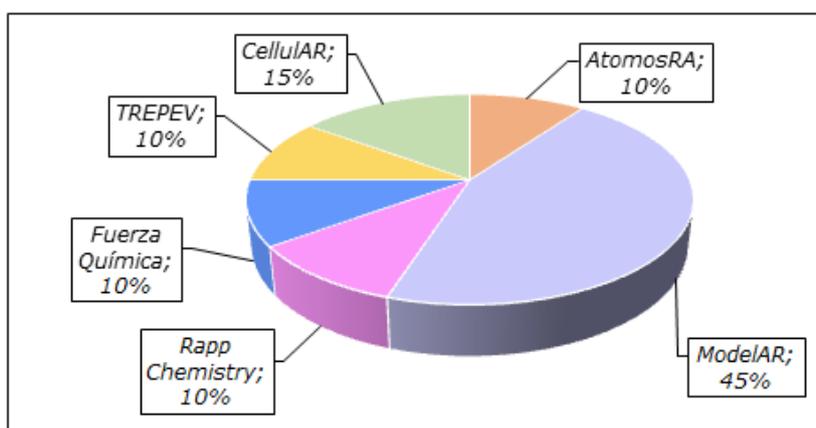
*"Para abordar el estudio de combustión completa e incompleta de alcanos, utilicé la aplicación QuimicAR. Los estudiantes mostraron gran interés para instalar la App en sus celulares y predisposición para la realización de las actividades que les propuse posteriormente. Mediante el empleo de esta*

*herramienta los estudiantes lograron socializar entre ellos, a fin de resolver dichas actividades. Además de promover la participación activa de los mismos, la utilización de esta App constituyó un elemento altamente motivador para luego abordar con éxito el estudio de combustión incompleta, desde un enfoque CTS”.*

En el segundo grupo, observamos que la experiencia ofrecida fue motivadora no solo para los estudiantes de Educación Primaria y Secundaria, sino también para los docentes de estos niveles y público en general. Esto se evidenció en las manifestaciones de los asistentes, en cuanto a las solicitudes de mayor información al respecto.

En el caso del tercer grupo, del análisis de los proyectos áulicos/secuencias didácticas, presentados por los asistentes al taller, destacamos los siguientes aspectos:

**i.-** La aplicación ModelAR fue elegida por la mayoría de los participantes, entre ellos profesores de Biología y Química (Figura 5).



*Figura 5. Aplicaciones de RA seleccionadas por los asistentes al taller*

El impacto que produjo esta App, con animaciones y audio, se relaciona directamente con sus alcances, dado que permite:

- Construir modelos moleculares en 3D, de diversos compuestos orgánicos, desde hidrocarburos hasta ácidos grasos, pasando por los distintos grupos funcionales que se estudian en el nivel secundario e incluso universitario. Es posible formar compuestos nitrogenados o azufrados (presentes en la alicina del ajo, por ejemplo), aunque no organofosforados.
- Superponer la molécula elaborada sobre un objeto real (Figura 6) para dar cuenta de la presencia de la misma en la vida cotidiana.



Figura 6. Visualización de la molécula de etanol con ModelAR

- Facilitar la comprensión de la estereoquímica para diferentes compuestos orgánicos.

- Interactuar con la molécula construida, por ejemplo, rotando los enlaces simples y, observando la orientación de sus sustituyentes, comprendiendo cómo se realizan las proyecciones de Newman que dan lugar a las diferentes conformaciones en la misma.

**ii.-** Las unidades temáticas elegidas por los docentes, con el uso de Apps de RA, correspondieron mayormente a Química Orgánica (Figura 7).

**iii.-** Las encuestas completadas por los asistentes al taller indican que:

- El factor motivador de la implementación de RA aportaría al desarrollo de sus clases.

Por tanto, consideramos que esta tecnología complementa positivamente los procesos de enseñanza y aprendizaje debido a la gran aceptación que tienen las TIC entre los estudiantes, lo cual permite a los docentes ejercer una práctica profesional innovadora.

- La utilización de esta herramienta sería factible.

En este sentido, los docentes que se desempeñaban en contexto rural señalaron, en relación a la falta de dispositivos móviles y conectividad por parte de sus estudiantes: "*podría emplear mi propio celular, o bien la computadora y proyector de la institución y de esa manera resolver el inconveniente*".

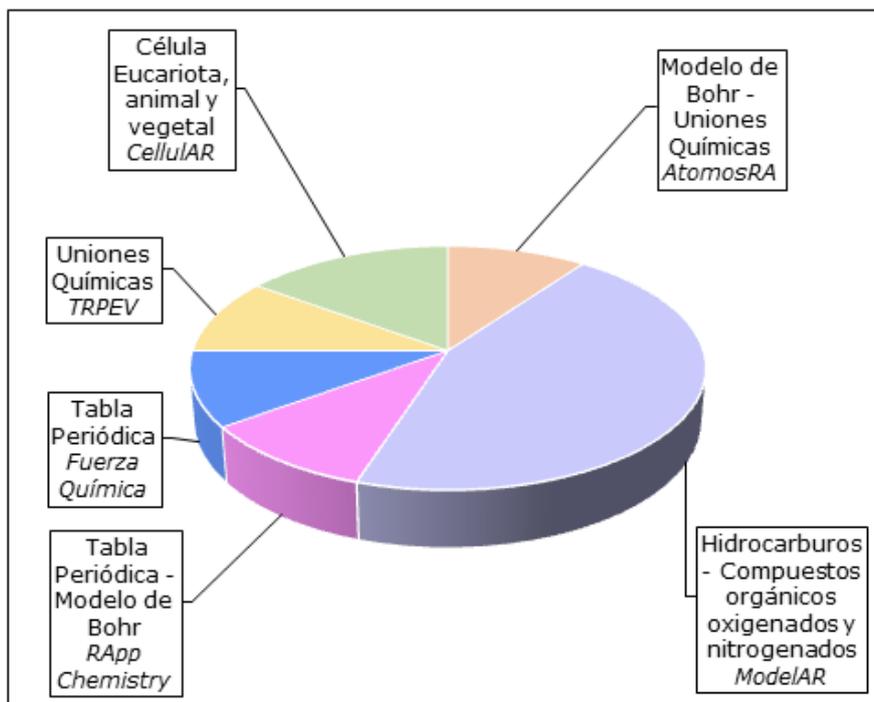


Figura 7. Temáticas elegidas para la elaboración del proyecto áulico/secuencia didáctica, con las Apps de RA correspondientes

- La conformación de una red de profesores sería oportuna para compartir las experiencias de la puesta en práctica en el aula.

De hecho, en el marco de un proyecto de extensión en ejecución, pretendemos conformar, on line, una red multidisciplinar de enseñanza de las Ciencias para facilitar la comunicación entre los docentes de las instituciones participantes y los integrantes del proyecto, en referencia al desarrollo, aplicación y seguimiento de propuestas didácticas para las clases que, además de incluir enfoque CTS (ciencia-tecnología-sociedad), incorporen recursos didácticos innovadores, entre ellos la realidad aumentada.

## CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

A partir de los resultados obtenidos, concluimos que la propuesta de incorporación de RA en contexto áulico tuvo un impacto positivo en los destinatarios de los distintos niveles educativos. Se configura así como una alternativa didáctica posible de ser implementada en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Es nuestra intención que lo desarrollado en los diferentes ámbitos pueda reflejarse en el accionar futuro de los participantes de las instituciones educativas involucradas, de la siguiente manera:

- En los docentes de Educación Primaria y docentes de Educación Secundaria, incorporando la realidad aumentada como estrategia didáctica en el desarrollo de su práctica docente. Así, esperamos que logren constituirse, dentro de su entorno académico, en multiplicadores activos de

lo aprendido, lo cual redundará significativamente en la alfabetización científica de los niños, adolescentes y jóvenes.

- En los estudiantes de Educación Primaria y estudiantes de Educación Secundaria, provocando un mayor interés por el aprendizaje de las Ciencias a través de una manera distinta de acceder al conocimiento desde la tecnología digital.

- En los estudiantes universitarios de la Carrera de Profesorado de la UNSa, adquiriendo un mayor compromiso con la tarea de enseñar y aprender la disciplina al tener la oportunidad de vivenciar la práctica educativa en diferentes contextos áulicos.

Siguiendo esta línea, y considerando que ser profesional en el siglo XXI implica desenvolverse en una sociedad de la información y del conocimiento, el perfil de nuestros estudiantes requiere la inclusión de competencias digitales. En este sentido, la incorporación de la tecnología de realidad aumentada es propicia para tal fin.

### **AGRADECIMIENTOS**

A las autoridades, docentes y estudiantes de las instituciones de Educación Primaria, Secundaria y Educación Superior de Salta. Al Director y personal de la Biblioteca de la Facultad de Ciencias Exactas, UNSa.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *In Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>

Atrio, C. y Guardado, E. (2012). La realidad aumentada y su presencia en un modelo docente tecnológico para la didáctica de la Química en Bachillerato. *Educación y Tecnología*, (1), 09-38. <http://revistas.umce.cl/index.php/edytec/article/view/34>

Cabero, J. y Barroso, J. (2016). Posibilidades educativas de la realidad aumentada. *Nuevos Enfoques en Investigación Educativa*, 5(1), 46-52. [https://www.researchgate.net/publication/290447315\\_Posibilidades\\_educativas\\_de\\_la\\_Realidad\\_Aumentada](https://www.researchgate.net/publication/290447315_Posibilidades_educativas_de_la_Realidad_Aumentada)

Cabero, J., Vázquez Cano, E. y López Meneses, E. (2018). Uso de la Realidad Aumentada como Recurso Didáctico en la Enseñanza Universitaria. *Formación Universitaria*, 11(1), 25-34.

Cobo, C. y Moravec, J. W. (2011). *Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Colección Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius/ Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. <http://www.razonypalabra.org.mx/varia/AprendizajeInvisible.pdf>

Gómez, I. (2017). *Posibilidad didáctica de la realidad aumentada*. Instituto Politécnico Nacional.

- Ministerio de Educación de la Nación: Secretaría de innovación y Calidad Educativa. (2017). *Marco de Organización de los Aprendizajes para la Educación Obligatoria Argentina (MOA)*. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/moaresolucion\\_imprenta.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/moaresolucion_imprenta.pdf)
- Moreno Martínez, N. y Leiva Olivencia J.J. (2017). Experiencias formativas de uso didáctico de la realidad aumentada con alumnado del grado de educación primaria en la universidad de Málaga. *EDMETIC*, 6(1), 81-104. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5809>
- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (46), 187 - 203. <https://www.redalyc.org/pdf/368/36832959008.pdf>
- Reinoso Ortiz, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación con TIC. En Hernández Ortega, J.; Pennesi Fruscio, M.; Sobrino López, D. y Vázquez Gutiérrez, A. (Coords). *Tendencias emergentes en educación con TIC*, 176-195. Asociación Espiral, Educación y Tecnología. [https://ciberespinal.org/tendencias/Tendencias\\_emergentes\\_en\\_educacion\\_con\\_TIC.pdf](https://ciberespinal.org/tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacion_con_TIC.pdf)
- Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2008). La Química y el contexto de los estudiantes: el género y la primera elección de ciencias. *Educación Química*, 19(4), 295-302. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2008.4.25845>

# *Innovación para la enseñanza de la Química*

## **REALIDAD AUMENTADA COMO RECURSO DISRUPTIVO PARA EXPLORAR LA QUÍMICA ORGÁNICA**

Mario Fernando Bustillo López, Liliana Ferrer, Silvina Videla, Gabriela Ohanian, Sergio Vardaro

*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.*

E-mail: [mabustillo02@gmail.com](mailto:mabustillo02@gmail.com)

Recibido: 22/01/2022. Aceptado: 20/06/2022.

**Resumen.** El presente trabajo aborda la aplicación de Realidad Aumentada como parte de un nuevo recurso didáctico, que pretende ser una herramienta innovadora que pueda apoyar el proceso pedagógico en las aulas de clases, con la finalidad de facilitar el aprendizaje de conceptos químicos en los estudiantes. Mediante una investigación y desarrollo tecnológico se presenta la aplicación de la tecnología de Realidad Aumentada dentro del rubro de las ciencias. Es por ello que dentro del área de Química Orgánica se plantea AUMENTED, una plataforma educativa desarrollada por el equipo de investigación, la cual permite la visualización de estructuras tridimensionales de moléculas químicas con realidad aumentada. En el ámbito educativo se logró utilizar para complementar los materiales didácticos con modelos virtuales que estimulen la percepción y la comprensión de conceptos químicos. Se reporta una aceptación por parte de los estudiantes que fue incrementándose en los dos años de uso.

**Palabras clave.** realidad aumentada, química orgánica, tecnologías de información y comunicación, innovación disruptiva, recurso didáctico.

### **Augmented Reality as a Disruptive Strategy to explore Organic Chemistry**

**Abstract.** This paper addresses the application of Augmented Reality as part of a new didactic resource, which aims to be an innovative tool that can support the pedagogical process in classrooms, in order to facilitate the learning of chemical concepts in students. Through research and technological development, the application of Augmented Reality technology is presented within the field of sciences. That is why within the area of Organic Chemistry is proposed AUMENTED, an educational platform developed by the research team, which allows the visualization of three-dimensional structures of chemical molecules with augmented reality. In the educational field it was possible to complement the teaching materials with virtual models that stimulate the perception and understanding of chemical concepts. Acceptance by students is reported to have increased over the two years of use.

**Keywords.** augmented reality, organic chemistry, information and communication technologies, disruptive innovation, didactic resource.

## **INTRODUCCIÓN**

En el contexto actual, de cambios y nuevos desafíos, es allí donde los dispositivos inteligentes se destacan del resto debido a su creciente masificación y a su innegable presencia en las aulas de clases, esto abre la ventana de oportunidades para la implementación de nuevas estrategias didácticas (Arredondo, 2020). La innovación, los avances, la investigación y las nuevas tecnologías han generado cambios y necesidades de aprendizajes.



La sociedad ha planeado exigencias en la educación que requiere modelos de enseñanza que se adapten al tiempo y al espacio. De manera que se deben reformular las evaluaciones, ya que no pueden limitarse a una prueba centrada en la repetición de contenidos, sino que deben ser una herramienta válida y coherente con el proceso de enseñanza y aprendizaje centrado en el estudiante. Las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) ofrecen variedad de posibilidades para la educación específicas en función a la necesidad de los estudiantes que se quieren formar y en función al contenido que se quiere impartir, por lo tanto son un medio que permiten implementar nuevos modelos pedagógicos para la enseñanza (Toala-Palma, 2020).

Una de las preocupaciones que han surgido en los últimos años en la educación de las ciencias tiene que ver con las dificultades que se generan en el estudiante para entender, comprender y relacionar los temas desarrollados en el aula de clase con su aplicabilidad en el diario vivir. Además, la Química es considerada como una "ciencia compleja", ya que se encuentra ligada a la representación continua de diversas estructuras que permitan un adelanto en la comprensión de conceptos y definiciones (Cerillo, 2020). En concordancia con ello, en nuestra cátedra, durante los años de enseñanza de la Química Orgánica, se comprobó que los estudiantes presentaban dificultad con ciertos temas básicos que son fundamentales para poder llevar la continuidad de la materia. Uno de los problemas detectados fue la complicada visualización o imaginación de las estructuras químicas de las moléculas, es por ello que en el equipo de cátedra surge la iniciativa de plantear una solución para que este problema se atienda desde el principio. Esto con la finalidad de que el estudiante alcance de manera sinérgica una mejor continuidad de la materia.

Por otro lado, es evidente el crecimiento que han tenido las TIC de manera que han permitido realizar gran variedad de aplicaciones digitales, muchas de estas herramientas enfocadas a la educación, llegando a facilitar la interacción con los estudiantes creando totalmente un ambiente de aprendizaje. Es aquí donde surge la necesidad de implementar las nuevas TIC a diferentes sectores (como el educativo), para responder a las necesidades que determina la población en la actualidad (Ramos Geliz, Toscano, Regino Vidal, y Galván Lozano, 2015).

Se ha reportado un aumento en el interés en las tecnologías de realidad extendida (XR) (como la realidad virtual, aumentada, inmersiva y mixta). Las tecnologías XR nuevas y más asequibles brindan direcciones y oportunidades prometedoras para sumergir a los estudiantes en el plan de estudios, ofreciendo experiencias de aprendizaje más profundas y vívidas y ampliando el entorno de aprendizaje. Sin embargo, la integración efectiva de estas tecnologías en el plan de estudios requerirá una planificación cuidadosa y numerosos recursos. Además de la tecnología en sí, existen cuestiones como el desarrollo del cuerpo docente, el diseño educativo, la integración del espacio de aprendizaje, así como la gobernanza, las políticas y la ética (EDUCAUSE, 2015).

Hoy día, existe una tecnología que hace posible definir una visión del mundo digital directa o indirecta en el mundo real, la Realidad Aumentada (RA), que

es un medio interactivo que añade objetos virtuales a la realidad del usuario, a través de una cámara y observado por medio de la pantalla de la computadora, permitiendo ampliar información de un tema específico (Ramos Geliz y col., 2015). Tal como expresa Cerillo (2020), la enseñanza de la Química enfrenta una serie de retos como la evaluación educativa y la didáctica. Dentro de esta última, se localizan las acciones prácticas, las cuales van de los contenidos a la acción del estudiante. Es aquí donde la RA podría mejorar el acercamiento de los jóvenes a la construcción de un pensamiento científico y, sobre todo, la formación universitaria hacia las ciencias duras en un contexto de innovación tecnológica educativa, sin olvidar el enfoque científico del proyecto hacia las carreras de Ingeniería. Por ello, mediante la implementación de la RA se permitiría crear contenidos educativos capaces de apoyar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, captar la atención del público al cual va dirigida la enseñanza y estimular la creatividad de los estudiantes y su interés al involucrarse en sus procesos de aprendizaje.

En este artículo, se utiliza la definición de Merino (2014), quien señala que es la combinación de ambientes reales a los que se les incorpora información en formato digital, la cual puede ser visualizada en una pantalla en tiempo real; es decir, el usuario tiene la capacidad de observar, a través de un dispositivo electrónico con cámara, determinados elementos (imágenes en 2D o 3D, estáticas o con movimiento) que pueden vincularse a otros recursos digitales remotos (página web, animación, audiograbación, video, etcétera).

El objetivo del presente trabajo es presentar una plataforma basada en RA diseñada por el equipo docente y describir una propuesta de enseñanza de la Química Orgánica con el apoyo de dicha tecnología.

Como parte de esta innovación nos preguntamos si el apoyo de las clases de Química Orgánica utilizando AUMENTED para visualizar moléculas 3D, aumenta la capacidad de comprender la forma de las moléculas y su posterior relación con las propiedades físicas y químicas de los compuestos orgánicos.

Se espera que el uso de la plataforma AUMENTED permita crear contenidos educativos capaces de apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como captar la atención de los estudiantes y estimular la creatividad y el interés al involucrarse en sus procesos de aprendizaje.

## **DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA**

AUMENTED es una plataforma educativa basada en la tecnología de RA, que incluye los conceptos teóricos y pedagógicos necesarios para ser utilizada en el nivel educativo correspondiente. La plataforma permite la visualización de moléculas de Química Orgánica mediante el uso de RA. Tanto el diseño y desarrollo de la plataforma de RA, como las actividades educativas fueron desarrolladas por el equipo de investigación.

Como lo menciona Martínez-Hung (2017), en la enseñanza de la Química universitaria son comúnmente empleados los programas de modelación molecular y las bases de datos. Por otra parte, se encuentran relativamente pocas aplicaciones de RA enfocadas a la enseñanza de la Química en comparación con otras áreas del conocimiento. Quizás esto último se deba a que resulta poco visible, en la bibliografía revisada, un vínculo entre lo

ampliamente conocido (programas de modelación molecular y las bases de datos) y la tecnología de RA a pesar de las ventajas demostradas en otras áreas.

Abordar la utilización educativa de la RA, es tener siempre presente el principio que su utilización está alcanzando a todos los niveles y disciplinas educativos. Luego de una serie de pruebas con distintas plataformas existentes en el momento, tales como Roar, Zappar, Aumentaty Author, entre otras, las cuales permitían el uso de RA dentro de su interfaz, se decidió crear una plataforma de desarrollo propio que incluyera los modelos tridimensionales de las moléculas químicas orgánicas que puedan representarse empleando la RA. Lo que buscaba reducir el tiempo de diseño de cada molécula y la brecha tecnológica entre el estudiante y la tecnología de RA, ya que las otras plataformas requerían instalar una aplicación o programas adicionales para utilizarlas. El tipo de plataforma desarrollada es de estilo WebAR, que consiste en un navegador web que da acceso a la RA. De esta manera, para la interacción con la plataforma de AUMENTED no se requiere instalar ninguna aplicación o programa adicional para su uso. Además, posee una interfaz de sencilla comprensión e intuitiva para el usuario.



*Figura 1. Código QR de acceso a la plataforma de AUMENTED.*



*Figura 2. Marcador disparador de RA de AUMENTED.*

El proceso por el que se produce la RA es sencillo. Al disponer de un dispositivo con acceso a la plataforma de AUMENTED, el primer paso sería ingresar a la plataforma web en cuestión (ver figura 1), para luego ceder los permisos necesarios para poder utilizar la cámara del dispositivo. Posteriormente se debe enfocar con la cámara del dispositivo la realidad física sobre la que queremos obtener la información adicional y capturarla, es decir, enfocar al marcador que dispara y ejecuta la RA (ver figura 2). De forma

inmediata y tras la transformación de los datos por parte del software de la plataforma, la pantalla del dispositivo mostrará la información adicional que conlleva asociada la realidad que ha sido capturada por la cámara.

Como plantea Merino (2014), la integración de este tipo de plataforma fue un desafío y una oportunidad que permitió presentar al estudiante contenidos altamente interactivos que responden a sus expectativas y necesidades con el fin de que puedan interpretar los contenidos, relacionarlos con el mundo real y evolucionar de la visualización y uso de información desde contextos en 2D (p. ej. Libros de texto) hacia uno de 3D (p. ej. Manipulación, interacción, perspectiva, complejidad, integración, etc.), construyendo así puentes entre la teoría y la experiencia práctica.

### **PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE EXPERIENCIA INCORPORANDO REALIDAD AUMENTADA**

La ejecución e implementación del trabajo de investigación se dividió en siete fases:

1. Selección de las clases donde se aplicará la RA.
2. Selección de los temas y tipologías que se incluirán con la RA. Selección de los objetos a representar con RA.
3. Construcción de los objetos tridimensionales y conversión a la plataforma de RA.
4. Diseño de actividades evaluativas y rúbricas con RA.
5. Instrucción y tutoría del uso de la plataforma de RA.
6. Aplicación de la RA en el proceso docente.
7. Validación de la aplicación mediante encuestas a los estudiantes.

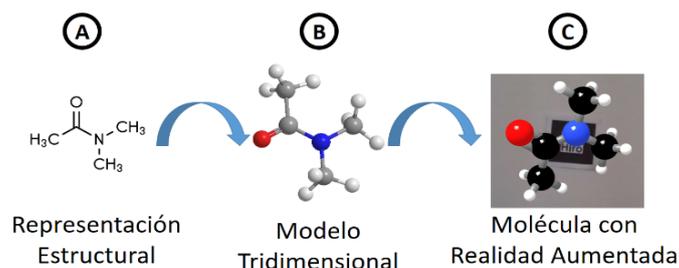
La muestra fue de tipo no estadística intencionada, ya que se incluyeron todos los estudiantes de segundo año de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Petróleos de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Cuyo. Los estudiantes cursaron la asignatura Química Orgánica, dictada en el segundo semestre, durante el año lectivo 2020 y 2021.

En la segunda fase, se comenzó con una revisión del programa del dictado de la clase. La asignatura consta de cinco unidades temáticas; los grupos funcionales y macromoléculas. De estos temas, se escogieron las moléculas representativas de cada tema y se realizaron los modelos tridimensionales. Principalmente se seleccionaron moléculas de los grupos funcionales por considerarse que la comprensión de las estructuras y los conceptos estudiados, se vería favorecida con el empleo de la tecnología de RA. Los temas teóricos-prácticos tratados fueron:

- a) Hidrocarburos. Compuestos Aromáticos
- b) Compuestos Oxigenados
- c) Compuestos Halogenados
- d) Compuestos Nitrogenados
- e) Macromoléculas. Polímeros. Lípidos. Aminoácidos. Carbohidratos

Luego, en la tercera etapa, para la creación de los modelos tridimensionales, se parte de la representación estructural de cada molécula (figura 3-a). Estas representaciones se ingresan a un programa de modelado molecular para

obtener el modelo tridimensional de la molécula (figura 3-b). Luego se importa este archivo a un programa de modelado tridimensional para obtenerlo en un archivo apto para la plataforma de RA. Posteriormente se suben los archivos al repositorio de modelos de las moléculas químicas de plataforma y se añaden las líneas de código correspondientes al código de la plataforma. Una vez realizado esto, se obtiene un modelo tridimensional de la molécula que se logra visualizar mediante la tecnología de RA en la plataforma de AUMENTED (figura 3-c). Este proceso se repitió con cada molécula.

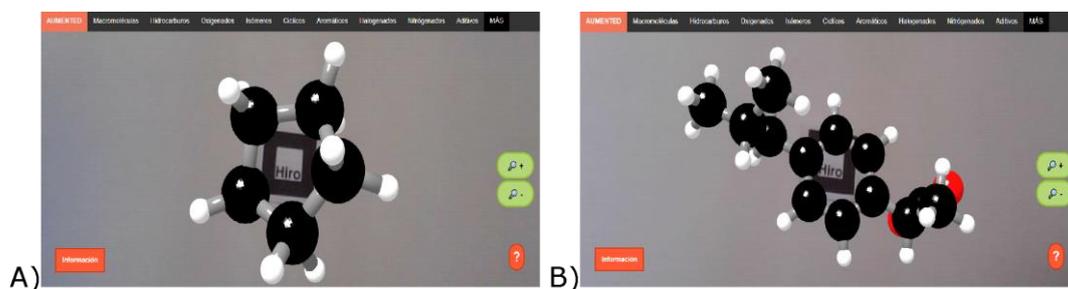


*Figura 3. Incorporación de una molécula a la plataforma de AUMENTED. Molécula de Dimetilacetamida*

Sin embargo, en la mayoría de los casos fue necesario superponerles elementos construidos en el programa de modelado tridimensional, que representan aromaticidad y enlaces múltiples, los cuales se pierden en el proceso de conversión de formatos de archivos. Esta metodología es extensible a otras fuentes de modelos moleculares.

En la cuarta fase, para el diseño de actividades evaluativas que incluyeran el uso de RA, se priorizó que los estudiantes aprendieran los conceptos básicos de la Química Orgánica, como nomenclatura, propiedades físicas y químicas. De manera que se elaboran las actividades con la finalidad de aclarar la explicación dictada por el equipo docente durante la clase.

Posteriormente en la quinta fase, previo a la implementación de RA en el dictado de las clases, se entrenó al equipo de la cátedra de Química Orgánica sobre el uso de la plataforma. Luego, durante el comienzo del cursado, los estudiantes fueron instruidos sobre el uso de la plataforma de AUMENTED, la cual fue empleada como gestor de la tecnología de RA. Para mantener la interacción dinámica con los estudiantes se les propuso indagar en las distintas funciones y moléculas que propone la plataforma, esto mientras se respondieron dudas sobre el uso de la misma.



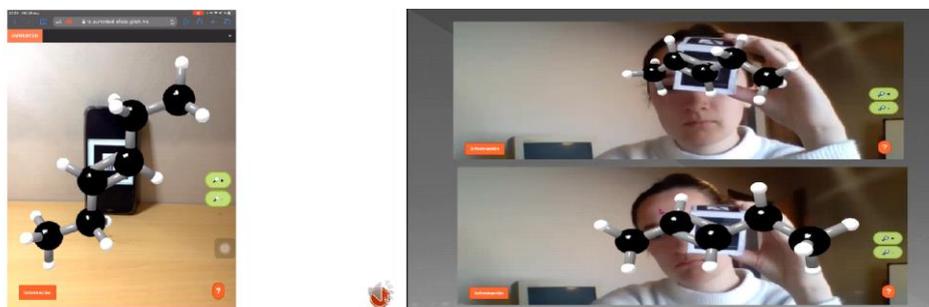
*Figura 4. Visualización de moléculas con la plataforma de AUMENTED. A) Ciclopentano B) Ibuprofeno.*

También se les explicitó el objetivo del proyecto y los elementos básicos a considerar en el diseño de insumos digitales. Se les dio a conocer una nueva aplicación de la RA en escenarios formativos y sus posibilidades pedagógicas en contextos educativos.

Durante la sexta fase, a lo largo del cursado como parte de la metodología de evaluación continua, se utilizó la plataforma de RA en el desarrollo de algunas actividades pertenecientes a los trabajos prácticos previamente diseñadas por el equipo de investigación.

Se incluyeron pequeñas actividades evaluativas donde los estudiantes a partir de la estructura tridimensional debían escribir la fórmula molecular; identificar si la molécula presenta isomería de cadena, posición y/o función; escribir al menos un isómero de cada tipo encontrado y nombrarlo respectivamente.

En la actividad final integradora, los estudiantes formaron grupos de a pares y se les pidió realizar un video sobre uno de los compuestos químicos que se encuentran en la plataforma de AUMENTED, en el cual debían mencionar su nombre común y nombre según IUPAC, isomería de la molécula, sus propiedades químicas, hibridación del Carbono, geometría, fuerzas de interacción, aplicaciones industriales y su relación con las propiedades físicas que presenta la molécula (solubilidad, punto de fusión, punto de ebullición), así como la estructura en 3D de la molécula. El video, además debía incluir narraciones en off como parte de su explicación. Este trabajo fue defendido por la dupla de estudiantes ante los profesores. Estas actividades permitieron trabajar competencias de pensamiento crítico, trabajo colaborativo, competencias comunicativas y digitales.



*Figura 5. Carátulas de trabajos finales presentados por los estudiantes utilizando la plataforma de AUMENTED.*

Finalmente se aplicó una rúbrica de evaluación de la actividad integradora. Aprobando dicha actividad, se accedía a la promoción de la asignatura.

En la séptima fase, se evaluó la percepción de los estudiantes mediante una encuesta, el instrumento utilizado para la recolección de la información fue una encuesta anónima confeccionada en un formulario Google.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La experiencia realizada con la plataforma de Realidad Aumentada con el alumnado universitario indica que el uso de la plataforma potencia escenarios formativos más motivadores, colaborativos e interactivos.

Al analizar la cantidad de estudiantes que promocionaron la asignatura, del total de alumnos que comenzaron a cursar la asignatura en el 2020, aprobó un 85% en una primera instancia. Luego, durante el 2021, del total de alumnos que comenzaron a cursar la asignatura, aprobó un 76% en una primera instancia.

Si bien fue evidente el entusiasmo que presentaron los estudiantes ante los recursos de RA trabajados, se les hizo una pequeña encuesta a fin de determinar individualmente que era lo que más destacaban de la experiencia realizada respecto a todas las tecnologías implementadas.

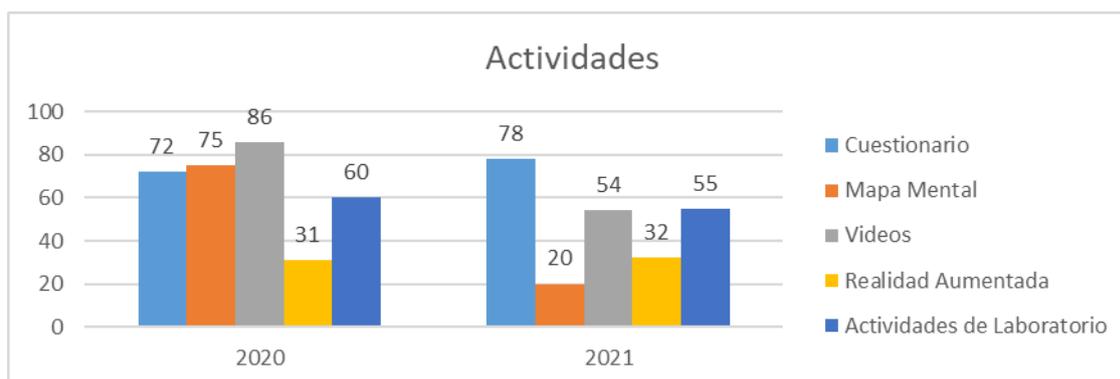


Figura 6. Resultados de las encuestas de validación de actividades semestrales (año lectivo 2020 y 2021).

Se observa que, durante el 2020, respecto a las actividades pedagógicas en las que se implementó la tecnología de RA no fue del todo conveniente para fijar conocimientos de manera eficiente. De manera que para el próximo semestre que se dictó la materia en el 2021, se replanteó una nueva actividad evaluativa que incluyera la tecnología de RA y que de la misma manera cumpliera los lineamientos de evaluación de la asignatura. Se logra observar que hubo una mejora en el porcentaje de aceptación de los estudiantes.

## CONCLUSIONES

Se pretendió la incorporación de RA con la finalidad de mantener la atención del estudiante y lograr un aprendizaje de acuerdo con el contexto tecnológico y social en el que vive, ya que pertenece a una generación que está en contacto permanente con dispositivos digitales. A través de la implementación de estas nuevas tecnologías en la educación, se espera promover, facilitar y enriquecer la comprensión de temas y conceptos propios e importantes dentro del proceso educativo.

Estamos de acuerdo con Araya Poblete (2016) que aumentar las habilidades de los alumnos a través de nuevas tecnologías resulta ser una situación muy beneficiosa al momento de ilustrar ramos complejos como lo son las ciencias, esto va en específico al desarrollo de las destrezas de formación de los estudiantes, además de incentivar el gusto por la Química por medio de metodologías más afables, se aportará al desarrollo tecnológico del país generando nuevas competencias en los alumnos, favoreciendo el autoaprendizaje y el entendimiento de la Química. La intervención del

material educativo basado en tecnologías de RA, contribuye de manera significativa en el aprendizaje de la configuración de moléculas básicas de la Química Orgánica, que no son perceptibles a simple vista en estudiantes. Se destaca también que el uso de dispositivos móviles en los procesos de enseñanza y de aprendizaje representa una tendencia novedosa, capaz de captar la atención del público joven. También contribuye a una educación más abierta y creativa.

Se espera para el año 2022 trabajar con AUMENTED desde las primeras clases de Química Orgánica, de esa manera los estudiantes se familiarizarían con la plataforma y se podría trabajar con la misma durante todo el cursado. Estamos convencidos de que el uso de RA desde un principio ayudará a los estudiantes a comprender conceptos importantes, además de posibilitar estudiar las estructuras o los mecanismos de resolución de problemas, conociendo las estructuras 3D de las moléculas, construyendo conocimiento que les permita deducir soluciones a problemas más complejos a partir de conceptos más simples.

## **IMPLICACIONES**

Como afirma Guerrero (2017), el desafío de incorporar la RA en los contextos educativos, implica la voluntad de centrar el aprendizaje en la participación activa del estudiante, en sus intereses, en situaciones relevantes y directamente relacionadas con su vida real, lo cual supone un cambio en los planteamientos pedagógicos que exigen el diseño de nuevas propuestas metodológicas y el uso de recursos didácticos capaces de facilitar los nuevos procesos. Para ello, se requiere conocer y aprender a utilizar estas herramientas, para luego mediar el contenido de su disciplina desde una mirada pedagógica – didáctica, pudiendo vislumbrar las posibilidades educativas de la RA para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje; brindando escenarios para explorar, interactuar y relacionarse con su entorno, generando recursos y conocimientos de manera creativa y lúdica.

Proponemos considerar la incorporación de TIC en educación no sólo como un nuevo insumo, sino como un elemento de innovación disruptiva, es decir, que obliga al cambio de las prácticas educativas y, en definitiva, a un cambio importante de los sistemas escolares. En consecuencia esto genera nuevas competencias en los alumnos, favoreciendo el autoaprendizaje y el entendimiento de la Química de una manera más didáctica y enriquecedora. Además, fortalecen el desarrollo de aptitudes de trabajo colaborativo, no sólo en el aula universitaria sino también a nivel de preparación para el mundo laboral, de esa forma adquieren otras capacidades que forman al perfil del ingeniero, como competencias tecnológicas, pensamiento crítico, capacidad para aprender en forma continua y autónoma.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto "Uso de las TIC en el proceso de aprendizaje-enseñanza en la Química Orgánica" (segunda etapa) financiado por la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrados (SIIP) de la Universidad Nacional de Cuyo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arredondo, L. A. L. (2020) Realidad Aumentada Móvil: Una estrategia pedagógica en el ámbito universitario. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia*, 43(3), 142-149. <http://dx.doi.org/10.22209/rt.v43n3a04>
- Araya Poblete, E. M. (2016). *Aprendizaje de la química con realidad aumentada*. Trabajo final de Ingeniería de Ejecución en Informática no publicada. Pontificia Universidad Católica De Valparaíso, Valparaíso, Chile. Recuperado de: [http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-6500/UCD6685\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-6500/UCD6685_01.pdf)
- Cerillo, S. R. (2020). Realidad aumentada y aprendizaje en la Química orgánica. *Revista Apertura*, 12(1), 106-117. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1853>
- EDUCAUSE. (2015). *Extended Reality (XR)*. Recuperado 30 de mayo de 2022, de <https://library.educause.edu/topics/teaching-and-learning/extended-reality-xr>
- Guerrero, A. M. J. (2017). Realidad aumentada, realidad virtual e interacción tangible para la educación. *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, Buenos Aires, 1312-1316. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/62975>
- Martinez-Hung H. (2017). Modelos de Realidad Aumentada aplicados a la enseñanza de la Química en el nivel universitario. *Revista Cubana de Química*, 29(1), 13-25. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2224-54212017000100002&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-54212017000100002&lng=es&nrm=iso)
- Merino, C. (2014). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en Química. *Educación Química*, 26(2), 94-99. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/52916>
- Ramos Geliz, F., Toscano Ricardo, A., Regino Vidal, C., & Galván Lozano, E. E. (2015). *Objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la Química del carbono soportado en dispositivos móviles y realidad aumentada*. Repositorio Digital de Universidad Nacional Autónoma de México. <https://repositorial.cuaed.unam.mx:8443/xmlui/handle/20.500.12579/3950>
- Toala-Palma, J. K. (2020). *La Realidad Virtual como herramienta de innovación educativa*. *EPISTEME KOINONIA*, 3(5), 270-286. <http://dx.doi.org/10.35381/e.k.v3i5.835>

## *La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo*

### *Resumen de Tesis*

# **LA EPISTEMOLOGÍA EN LA FORMACIÓN DE LOS PROFESORES EN EL ÁREA DE CIENCIAS NATURALES EN LA PROVINCIA DE SANTA FE DESDE LA RECUPERACIÓN DE LA DEMOCRACIA**

Andrea María Pacífico<sup>1</sup>, María Gabriela Lorenzo<sup>2</sup> (directora)

<sup>1</sup>*Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Económicas.*

<sup>2</sup>*Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica – CONICET.*

E-mail: [andpacifico@yahoo.com.ar](mailto:andpacifico@yahoo.com.ar)

Recibido: 17/06/2022. Aceptado: 24/06/2022.

Se presenta un breve resumen del trabajo de Tesis de Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas y de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral, defendida y aprobada en mayo de 2022, realizada por la Prof. Mg. Andrea María Pacífico de la Universidad Nacional del Litoral, con la dirección de la Dra. María Gabriela Lorenzo, Universidad de Buenos Aires.

**Resumen.** Esta tesis aborda las relaciones entre la formación docente y la incorporación de aspectos epistemológicos en las carreras de formación docente en el área de ciencias naturales de la provincia de Santa Fe desde la recuperación de la democracia hasta 2021. Se partió del reconocimiento de que la reflexión acerca de la naturaleza de las ciencias constituye un núcleo clave en la formación docente. Así el objetivo de esta tesis ha sido resignificar la incorporación y el desarrollo de contenidos que aborden la problemática epistemológica en la formación docente. A los efectos de lograr los objetivos propuestos se utilizó una metodología cualitativa: el análisis documental y entrevistas. Los resultados muestran que al enseñar la naturaleza de las ciencias se privilegian distintas dimensiones: los aspectos internos a las ciencias, los aspectos externos a las ciencias o los aspectos vinculares de las ciencias.

Se partió del supuesto de que la reflexión acerca de la naturaleza de las ciencias constituye un núcleo clave en la formación de profesores en ciencias naturales. De este punto de partida surgieron diversos interrogantes que guiaron el proceso de búsqueda e indagación: ¿cómo se materializa ese núcleo formativo en el período bajo estudio y en el espacio territorial e institucional escogido? ¿Qué sentidos se le atribuye al componente metateórico en la formación docente en la provincia de Santa Fe, a partir de la recuperación de la democracia? ¿Qué contribuciones específicas a una educación científica integral se espera a partir de esta incorporación? ¿Cómo se prescriben los contenidos epistemológicos en el Diseño Curricular Provincial? ¿Qué naturaleza de la ciencia se evidencia en los diseños curriculares y en las planificaciones?



Esta tesis entrama dos líneas de investigación: la formación docente en Argentina desde el advenimiento de la democracia y los desarrollos epistemológicos. Se presentan ambos temas a los efectos de configurar un marco teórico que posibilite la comprensión profunda de los sentidos que suponen la incorporación de herramientas metateóricas en la formación de docentes en ciencias naturales. En el marco de este trabajo, consideramos como herramientas metateóricas los contenidos, las propuestas pedagógicas y todo recurso en el marco de la formación docente en ciencias naturales que implique el abordaje de aspectos epistemológicos. Para ello, en primera instancia se reflexiona en torno a lo que se considera educar como un acto ético y político y la relevancia de formar docentes en los contextos actuales (Cullen, 2008; Nicastro y Greco, 2009; Frigerio, 2011). Preguntarse acerca de la formación docente lleva a interrogarse respecto de los saberes que esta formación implica, principalmente referidos a los aspectos metateóricos (Diker y Serra 2007; Terigi, 2012; Litwin, 2008; Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2017; Matthews, 2014; Lederman, ABD-el-Khalick, Bell, Schwartz, 2002) y así se da cuenta del debate con relación a sus alcances, sus finalidades, sus contenidos y los modos de incluirlo en la formación de futuros docentes en ciencias naturales.

De este modo, se logra configurar un encuadre teórico, un posicionamiento valioso desde el cual analizar, por un lado, los documentos institucionales que enmarcan la formación docente en el área de las ciencias naturales en la provincia de Santa Fe y, por el otro, las voces de los docentes a cargo de los espacios con contenidos metateóricos en las carreras de Profesorado de las ciencias naturales en el territorio provincial.

Para responder a esas preguntas, en esta tesis se trabajó con un abordaje cualitativo. En primera instancia, se realizó un análisis documental que abarcó los dos modelos que regularon la formación docente en nuestro país en el período bajo análisis 1983–2021: el de la Ley Federal de Educación y el de la Ley de Educación Nacional, las resoluciones derivadas y los planes de estudios. Además, se estudiaron los programas de las materias con contenidos metateóricos explícitos que correspondían a las asignaturas en las cuales se desempeñaban los docentes que fueron entrevistados para este trabajo de tesis. Las entrevistas se realizaron en segunda instancia.

Del modelo de la Ley Federal de Educación, se describieron y analizaron diez resoluciones, dos planes de estudios de los institutos públicos y diez planes de las universidades con sede en el territorio santafesino: la Universidad Nacional del Litoral y la Universidad Nacional de Rosario. Del modelo de la Ley de Educación Nacional, se escogieron seis resoluciones derivadas, dos planes de estudios de los institutos públicos y tres planes de las universidades mencionadas. Quince programas formaron parte del corpus analizado.

Se realizaron catorce entrevistas que representan a dieciséis instituciones públicas de educación superior de un total de dieciocho en el territorio provincial (catorce Institutos de Formación Docente, dos Escuelas Normales Superiores y dos universidades).

Los conceptos centrales que articularon el proceso de investigación posibilitaron la construcción de seis ejes de análisis que guiaron el procesamiento realizado a lo largo del estudio. Se consideró que estos ejes

son robustos desde un punto de vista teórico y capturan las principales problemáticas que rodean a la enseñanza de contenidos metateóricos en la formación docente en ciencias naturales, como también posibilitan la apertura hacia nuevos interrogantes. Su orden responde a los alcances de cada uno de ellos, desde niveles más abarcadores, desde los saberes de la formación docente hasta el abordaje pedagógico didáctico: saberes procurados por los profesores, aportes de la epistemología a la enseñanza de las ciencias, enfoques epistemológicos e historiográficos, relaciones entre la epistemología y la formación ciudadana, papel que desempeñan las materias con contenidos metateóricos en los planes de estudios y abordaje pedagógico didáctico.

A partir de los supuestos e interrogantes iniciales y de la elaboración de estos ejes se articuló la recogida de datos y el análisis posterior que llevaron a la construcción de los hallazgos que a continuación se presentan.

El alcance logrado en la cobertura de las entrevistas permitió conocer a las personas que en el año 2020 daban contenidos metateóricos en el contexto de la formación docente en la provincia de Santa Fe: sus rasgos, sus perfiles profesionales, sus contextos laborales e institucionales. Debido a la representatividad de estos sujetos en el marco de la formación docente provincial, se puede afirmar que se ha construido conocimiento en torno a las tramas que se configuran entre las trayectorias formativas de los sujetos a cargo de estos espacios, sus instituciones de pertenencia y los sentidos que se le otorgan a la enseñanza de aspectos epistemológicos en las carreras de formación docente en el área de ciencias naturales de la provincia de Santa Fe en el período histórico bajo análisis.

Como resultado de este proceso de investigación se construyeron las relaciones entre la formación docente en el área de ciencias naturales y la incorporación del componente epistemológico atendiendo a las siguientes dimensiones: el reconocimiento de la incorporación del componente metateórico en el currículum de los profesores en ciencias naturales, la construcción de los sentidos que esta incorporación supone en el marco de lo que se espera de la formación docente en cada momento político por el que atravesó el Estado Nacional y la provincia de Santa Fe y la visibilización de las concepciones metateóricas que sustentan estas decisiones políticas y pedagógicas.

De este modo, puede afirmarse que la enseñanza de la naturaleza de la ciencia en la provincia de Santa Fe desde la recuperación de la democracia, respondiendo a las distintas aristas que la empresa científica posee, presenta diversos posicionamientos y ofrece también diferentes focalizaciones. Lo interesante de poder capturar estas distinciones es reconocerlas en las configuraciones que adoptan en las prácticas de la enseñanza en el marco de la formación docente, objeto de análisis de esta tesis, y evaluar sus implicancias.

Así, se pueden reconstruir las concepciones acerca de las ciencias atendiendo a la noción de un continuo, un movimiento que se produce desde una visión autonomizada de las ciencias y que ocupa un lugar de privilegio, hacia otras miradas que la consideran como producto de su entorno y que forma parte de un sistema integrado. En este movimiento pudimos visualizar posiciones condicionadas por las trayectorias formativas y por los contextos

institucionales que, al enseñar la naturaleza de las ciencias, privilegian distintas dimensiones:

1. Los aspectos internos a las ciencias (teorías, hipótesis, sistemas axiomáticos, entre otros).
2. Los aspectos externos a las ciencias: las condiciones de posibilidad históricas concretas de surgimiento de las teorías científicas (lo político, lo económico, lo social, lo antropológico, entre otros).
3. Los aspectos vinculares que miran a las ciencias a partir de sus relaciones con otros saberes (arte, filosofía, tecnología, en su vínculo con la cultura en general o con la sociedad).

¿Qué implicancia posee para la formación docente el privilegio de estas dimensiones en la enseñanza de la naturaleza de las ciencias? Posiblemente, quienes se encuentran en la primera postura apelan a la incorporación de los aspectos metateóricos para promover la enseñanza de las ciencias y motivar al estudiantado a abrazar la racionalidad plena, mientras que los que se enmarcan en las otras dos posiciones intentan transformar la arrogancia de las ciencias, enfatizan entonces su falibilidad, el impacto en lo político y sus intereses. Para estos grupos, las ciencias son otras formas igualmente válidas de comprender el mundo. Y ante esta situación, nuevas preguntas irrumpen o viejas preguntas se actualizan.

En las entrevistas, la interpelación de muchas de las voces respecto de la formación filosófica de los equipos docentes de ciencias naturales o de la formación científica de los profesores de filosofía surgió en la escena de un modo inesperado. Sin desvalorizar el trabajo de los compañeros, se fueron señalando las diferencias. Interrogantes tales como: ¿cuál es la formación como historiador de docentes a cargo de espacios con contenidos de Historia de las ciencias? ¿Cuánto sabe de lógica un docente formado en las ciencias naturales? ¿Es posible un discurso crítico sobre un saber disciplinar que se desconoce? Lo disciplinar versus lo filosófico; mientras que la enseñanza de las ciencias enfatiza la convergencia, la práctica filosófica funciona bien con la divergencia. ¿Cómo conjugar ambas vertientes en el campo de la formación docente? Ambas son imprescindibles para configurar una educación científica integral.

Un camino valioso y fructífero se abre cuando se adoptan enfoques críticos o basados en problemas que no buscan soluciones definitivas o únicas —ni la filosofía ni las ciencias tienen esta posibilidad—, se trata más bien de analizar problemas, de interrogarse, de proponer y evaluar argumentos.

Tras estas preguntas que irrumpen en cadena se enmascaran múltiples tensiones que dan lugar a un campo de discusión signado por un pensamiento dicotómico que habría que superar. Se considera que no es necesaria una resolución que se incline por alguno de los polos. Es más, esta resolución puede ser riesgosa porque oculta la necesidad de movimiento e impide el reconocimiento de la necesidad de mantener esta tensión para que los procesos de pensamiento y de transformación sigan andando. La convivencia entre ambas áreas —disciplinar y filosófica—, en algunas épocas más armoniosas que en otras, ha sido clave en la formación docente. Se trata entonces de continuar consolidando este camino, intentando buscar espacios

y tiempos en las estructuras curriculares que posibiliten el encuentro entre lo disciplinar y lo filosófico, entre las ciencias y el estudio de su naturaleza.

Esta tesis ha contribuido a construir la trama de sentidos que posee la incorporación del componente metateórico en las carreras de formación docente en ciencias naturales en la provincia de Santa Fe desde la recuperación de la democracia en 1983. Esta visibilización posibilita que los docentes, los formadores de formadores, los especialistas y diseñadores de currículum, la comunidad de investigadores, entre otros, posean más elementos para enriquecer el debate en torno a los saberes que se requieren en la formación docente, como también para fortalecer la enseñanza de las ciencias y de su naturaleza y consolidar los enfoques más adecuados para lograr una educación científica integral y valiosa.

Llegados a este punto, se plantea la necesidad de continuar investigando en torno a la formación docente en el campo de las ciencias naturales a fin de que posea todos los aspectos necesarios para el logro de una educación científica integral. ¿Cómo articular los campos de formación disciplinar con el epistemológico y con el pedagógico en el currículum? ¿Qué configuraciones didácticas se desprenden de los distintos posicionamientos encontrados? ¿Cuáles son los aprendizajes más potentes y robustos que se esperan del estudiantado del Profesorado en ciencias naturales y cómo se logran? ¿Cómo alcanzarlos con una educación emancipadora que promueva el interés por las carreras científicas?

Estos son solo algunos de los muchos interrogantes que nos interpelan y que, en el marco de la idea de ciencias que sustentamos, hacen de la tarea de “educar en ciencias” una de las más estimulantes, y del hecho de “ser educador en ciencias” una de las profesiones imposibles (Freud, 1999) ya que sus resultados nunca son completamente satisfactorios y nos traccionan a seguir en movimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amador-Rodríguez, R. y Adúriz-Bravo, A. (2017). Concepciones emergentes de naturaleza de la ciencia (NOS) para la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 3499–3504.
- Cullen, C. (2008). Perfiles ético-políticos de la educación. Paidós.
- Diker, G. y Serra, J. C. (2007). *La cuestión docente. Argentina: las políticas de capacitación docente*. Foro Latinoamericano de Políticas Educativas (FLAPE).
- Frigerio, G. (2011). *Huellas, trazas y trazos para pensar con otros*. Homo Sapiens.
- Freud, S. (1999). *Análisis terminable e interminable*. Amorrortu.
- Lederman, N., ABD-el-Khalick, F., Bell, R. L. y Schwartz, R. S. (2002). *Views of Nature of Science Questionnaire: Towards Valid and Meaningful Assessment of Learners Conceptions of the Nature of Science*. *Journal of Research in Science Teaching*, 497–521.

- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar*. Buenos Aires: Paidós.
- Matthews, M. (2014). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Springer.
- Nicastro, S. y Greco, B. (2009). *Entre trayectorias. Escenas y pensamientos en espacios de formación*. Homo Sapiens.
- Terigi, F. (2012). *Los límites del saber pedagógico disponible y de los procesos de formación. En los saberes de los docentes: formación, elaboración en la experiencia e investigación*. Documento Básico. Santillana.

## *La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo*

### **LA EDUCACIÓN EN QUÍMICA ESTUVO PRESENTE EN EL SEXTO CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS**

Juliana Huergo

*Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Argentina.*

E-mail: [jhuergo@fceia.unr.edu.ar](mailto:jhuergo@fceia.unr.edu.ar)

Recibido: 26/05/2022. Aceptado: 17/06/2022.

Durante los días 6, 7 y 8 de abril de 2022 se celebró la sexta edición del Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CLICAP). El evento tuvo lugar en la sede de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), en la ciudad de San Rafael, Mendoza, Argentina. Allí, se convocó a especialistas de diferentes partes del mundo con el fin de encontrar soluciones que contribuyan a la recuperación del sector industrial (Figura 1).



Figura 1. Logo del evento sito en <https://fcai.uncuyo.edu.ar/clicap-2022>

El evento dio inicio a sus actividades con una conferencia inaugural a cargo del Esp. Ing. Roberto Giordano Lerena, perteneciente a la Universidad FASTA, bajo el título de "Proyectos de desarrollo tecnológico social como instrumento de generación y potenciación de capacidades de aplicación del conocimiento científico en las universidades y en el desarrollo de micro eco sistemas de innovación". Posteriormente se llevó a cabo una conferencia denominada "La epistemología y la naturaleza de las ciencias", a cargo del Dr. Agustín Adúriz-Bravo perteneciente al Instituto de Investigaciones en Didáctica de las Ciencias Naturales y la Matemática (CeFIEC) perteneciente a la Facultad De Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, seguida de un taller a coordinado por la Dra. Ing. María Eugenia Castro denominado "Estándares de segunda generación y desarrollo de competencias en la enseñanza de la ingeniería; definiciones y casos prácticos" en el que participaron el Esp. Ing. Roberto



Giordano Lerena (UFasta) con su ponencia acerca sobre la "Presentación de estándares del CONFEDI y definiciones generales" y la Mgter. Ing. Silvia Raichman (UNCuyo, UTN- FRM) quien presentó el tema "La formación en competencias en carreras de ingenierías de la universidad nacional de cuyo", mientras que en paralelo se presentaron posters y exposiciones orales de los trabajos presentados.

El segundo y el tercer día se desarrollaron con la misma metodología: por la mañana y por la tarde hubo conferencias y mesas redondas, mientras que simultáneamente, se realizaron sesiones de presentación de posters y exposiciones orales. Particularmente, el jueves 7 de abril se presentaron cuatro mesas redondas:

- La primera se denominó "*Ciencia, Innovación y Vinculación Tecnológica*", fue coordinada por el Dr. Mario Daniel Ninago (FCAI - UNCuyo), en las que el Dr. Marcelo Villar (PLAPIQUI - CONICET, UNS, Bahía Blanca) realizó una presentación denominada "*La investigación científica y tecnológica y su vinculación con el medio socio-productivo*", junto a la Dra. Fernanda Horst (INQUISUR - CONICET, UNS, Bahía Blanca) quien expuso acerca de los "Desarrollos científicos locales y su vinculación tecnológica" y el Lic. MPA Gabriel Fidel (CEDESYT, CERIDI, FCPyS - UNCuyo) quien disertó sobre la "*Competitividad Industrial, Desarrollo Científico y Tecnológico e Innovación*".

- La segunda se identificó con el título "*Alternativas tecnológicas de valorización de residuos y subproductos industriales en argentina*", fue coordinada por la Dra. María Silvina Cabeza (FCAI, UNCuyo), en la que participó el Dr. José Soria (CONICET, UNCo, Neuquén) con su presentación denominada "*Residuos agroindustriales y forestales como subproductos: valorización termoquímica mediante pirólisis y pirólisis solar*", la Dra. Noemí Zaritzky (CIDCA - CONICET, UNLP, La Plata) quien desarrolló el tema "*Valorización de subproductos de la industria alimentaria*" y el Ing. Raúl Comelli (INCAPE, UNL, Santa Fe) que realizó aportes sobre "*Tecnologías desarrolladas para valorizar glicerol, suproducto del biodiesel*".

- La tercera, se denominó "*AKAFLIEG San Rafael, habilidades útiles para el futuro ingeniero mecánico; técnicas, herramientas y procedimientos para la introducción a la carrera aeroespacial*" y fue coordinada por la Dra. Silvia Cristina Clavijo (FCAI, UNCuyo), en la que disertaron el Ing. Ulderico Pace (Gerente General de la empresa Aeropac), la Dra. Silvia Clavijo en conjunto con el Ing. Martín Moyano (FCAI, UNCuyo) y la Dra. Lia Braun (de Estados Unidos) con las siguientes presentaciones: "*La Industria Aeronáutica y espacial. Nuevos paradigmas para el desarrollo regional*"; "*Las escuelas de vuelo como estrategias para la transferencia de conocimiento desde las universidades a las empresas aeronáuticas: Grupo Akaflieg San Rafael*"; y "*Telescopio James Webb, Reseña de construcción, costos, control de operaciones, lanzamiento, ensayos de testeo, y que se espera del funcionamiento del mismo*", respectivamente.

- La cuarta, llamada "*Primeros pasos en el diseño y producción de aceites esenciales*" fue coordinada por la Ing. Silvana Martínez (FCAI, UNCuyo) y contó con la participación del Ing. Ftal. Oscar A. Troncoso (INBIES, UNPSJB, Chubut); la Dra. Farm. Virginia Demuro (Departamento de Gestión

de medicamentos y productos médicos, San Rafael) y la Dra. Carina Llano (ICB - CONICET, FCAI, UNCuyo) quienes desarrollaron los siguientes temas, respectivamente: "Aceites esenciales: producción y rendimientos de algunas especies procesadas en la región patagónica"; "Aplicación de los aceites esenciales en la fitoterapia"; "Análisis piloto de aceites esenciales y extractos de plantas nativas en Mendoza".

Finalmente, el viernes 8 de abril se presentaron:

- una mesa redonda denominada "Herramientas y estrategias para una industria vitivinícola sostenible", la que fue coordinada por la Dra. María Carolina Martín (CONICET- FCAI, UNCuyo) que contó con la participación de Dra. Vilma Morata (CONICET, FCAI, UNCuyo), la Dra. Fernanda Ruiz-Larrea (ICVV, Universidad de La Rioja, España), el Lic. Pablo Asens (COVIAR, San Rafael) y la Dra. Mariana Combina (INTA – CONICET, Mendoza) quienes realizaron aportes acerca de la "Contribución de levaduras vínicas autóctonas no-Saccharomyces para lograr vinos de calidad", las "Estrategias enológicas para mitigar el impacto del cambio climático en la calidad del vino", el "Plan Estratégico Vitivinícola (PEVI 2030) de la COVIAR" y "Microbiología y sustentabilidad, una pareja con futuro", respectivamente;
- una conferencia sobre el "El desarrollo regional de la ciencia y la tecnología en la postpandemia", a cargo de la Dra. Jimena Estrella Orrego (Secretaría de Investigaciones, Internacionales y Posgrado - UNCuyo).

En relación a las presentaciones orales y en formato de póster, fueron trabajos de investigación correspondientes a los artículos extensos presentados y resúmenes de investigaciones, respectivamente. Ambos tipos de aportes se publicaron en las *Memorias* del congreso, bajo el formato de un libro digital denominado "CLICAP 2022: Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas", compilación de Mónica Beatriz Barrera, et al. - 1a ed. - San Rafael: FCAI - UNCuyo, 2022. ISBN 978-987-46333-3-0. Dichos trabajos fueron organizados en las siguientes diferentes áreas que se detallan en la Figura 2.

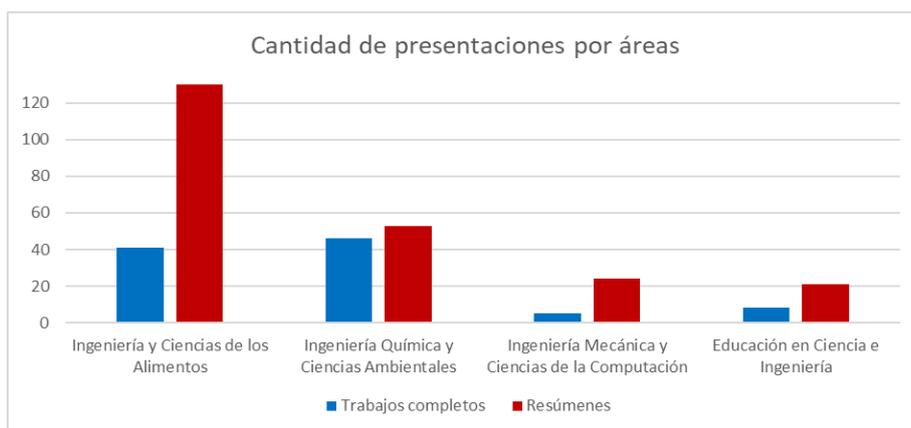


Figura 2. Distribución de los trabajos presentados en CLICAP 2022 en las diferentes áreas, detallando su calidad de artículos extensos o resúmenes.

En esta oportunidad, sólo uno de los ocho trabajos extensos del área Educación corresponde a la Educación en Química, denominado “La evaluación en la asignatura Química en FCEIA UNR durante ambos cuatrimestres 2020”, cuyos autores fueron: V. M. Relling, C. S. Rodríguez, M. E. Disetti; G. Camí y L. Bosco, pertenecientes al Grupo de Investigación de Educación en Química, de la Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR).

Respecto a los resúmenes presentados en el Área Educación, de los veinte presentados, se detallan las características de los ocho trabajos correspondientes a la Educación en Química en la Tabla 1.

*Tabla 1. Detalles de los resúmenes de los trabajos presentados en el área Educación, correspondientes a la Educación en Química.*

<b>Título</b>	<b>Autoras y autores</b>	<b>Institución</b>
Avances acerca de un Estudio de Diseño sobre la enseñanza de la Química en Ingenierías desde la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia.	Juliana Huergo, Lautaro Bosco, Lucía Imhoff Mabel Santoro.	Área Química, FCEIA - UNR
Estudio de la rectificación discontinua de una mezcla de hidrocarburos en escala de banco y caracterización mediante el uso de simuladores.	Mariano Correa, Martín Gross.	Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral.
Representaciones sobre la tabla periódica de profesores y estudiantes universitarios.	R.Vergne, B. Manuel, B. Sandoval, S. Arreceygor, V. Félix, N. Ordenes, C. Rubau, A. L. Mateos, M.Metcalf, C. Muñoz, A.Suárez, V. Alcalá, F. Bayon.	Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FAI).
Creencias sobre la naturaleza de la ciencia de estudiantes universitarios de carreras químicas.		San Rafael, Mendoza y
Concepciones de la química como ciencia de estudiantes universitarios de San Rafael.		Facultad de Filosofía y Letras. Mendoza.
La enseñanza para la comprensión y el uso de la argumentación en ciencias.	V. C. Musale, Á. A. Roggiero, María E.Márquez, R. Celina Martínez, V.A. Cabañas, A.Bibiana Manuel, S.Beatríz Arreceygor, T. Tapia, A. Guerci, Á. Gómez	UNCuyo FCAI. San Rafael, Mza.; UNCuyo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Mza.; I ES 9-011 Del Atuel.
Experiencia del Equipo de Educación a Distancia en tiempos de pandemia.	Márquez María Eugenia, Mayoral Alicia, Eleicegui Myriam	Equipo de Educación a Distancia, FCAI, UNCuyo, San Rafael, Mendoza
Enseñanza en cuarentena: Uso de redes sociales para el diseño de materiales didácticos.	Alicia Mayoral, Augusto Roggiero	FCAI. UNCuyo, San Rafael, Mendoza

Para finalizar, recordando que los encuentros de CLICP se realizaron cada tres años, es de esperar que el próximo se realice en 2025.

## *La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo*

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

*Informe elaborado por la Dra. Andrea S. Farré, Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina*

#### **2022 IHPST BIENNIAL CONFERENCE**

##### ***Energizing education with the history, philosophy, and sociology of science***

Organizado por la Universidad de Calgary

Incluye una Escuela de Graduados y también la presentación de experiencias de aula por parte de docentes

3 al 7 de julio de 2022, Calgary, Alberta, Canadá (Modalidad presencial)

[https://ihpst.clubexpress.com/content.aspx?page\\_id=22&club\\_id=360747&module\\_id=400512](https://ihpst.clubexpress.com/content.aspx?page_id=22&club_id=360747&module_id=400512)

#### **ECRICE 2022**

##### ***Chemistry Teaching and Learning in a Global Unified World***

Organizada por The Weizmann Institute of Science

11 al 13 de julio de 2022, Israel (Modalidad presencial)

<https://www.weizmann.ac.il/conferences/ECRICE2022/>

#### **26<sup>TH</sup> IUPAC INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHEMISTRY EDUCATION (ICCE 2022)**

##### ***Responding to 21<sup>st</sup> imperatives in Chemistry Education***

Organizada por The South African Chemical Institute, University of Cape Town, University of Pretoria, University of the Witwatersrand

18 al 22 de julio de 2022, Ciudad del Cabo, Sudáfrica (Modalidad presencial)

<https://icce2022.org.za/>

#### **XX IOSTE INTERNATIONAL SYMPOSIUM 2022**

##### ***Esperançar in uncertain times: the role of science and technology education in a changing world***

Organizado por la Universidad Federal de Pernambuco e IOTSE (International Organization for Science and Technology Education)

**Inscripciones:** hasta el 1 de julio de 2022

25 al 29 de julio de 2022, Recife, Pernambuco, Brazil (Modalidad híbrida)

<http://www.ioste2022.com/>

#### **BIENNIAL CONFERENCE ON CHEMICAL EDUCATION (BCCE 2022)**

##### ***New approaches to modern challenges***

Organizada por Purdue University y American Chemical Society

31 de julio al 4 de agosto de 2022, West Lafayette, Indiana (Modalidad presencial)

<https://bcce2022.org/>



## **XII ENCUENTRO DE FILOSOFÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA DEL CONO SUR**

Organizada por la Universidad del Valle

1 al 5 de agosto de 2022, Cali, Colombia (Modalidad presencial)

<http://www.afhic.com/es/encuentro-afhic/>

## **V JORNADAS INTERNACIONALES: PROBLEMÁTICAS EN TORNO A LA ENSEÑANZA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. DIÁLOGO ABIERTO ENTRE LA DIDÁCTICA GENERAL Y LA DIDÁCTICA ESPECÍFICA**

### ***La pandemia como contexto disruptivo***

Organizadas por la cátedra de Didáctica y Estudios sobre el curriculum, conjuntamente con el Departamento e Instituto de Ciencias de la Educación, la Secretaría de Extensión, Facultad de Educación y la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo.

3 al 5 de agosto de 2022, Mendoza, Argentina (Modalidad híbrida)

<https://educacion.uncuyo.edu.ar/v-jornadas-internacionales-problematicas-en-torno-a-la-ensenanza-en-la-educacion-superior>

## **XXI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**

### ***Democratização do Ensino de Química: (des)caminhos das políticas públicas brasileiras***

Organizado por la Sociedade Brasileira de Ensino de Química

**Fecha límite para la presentación de trabajos:** 31 de julio de 2022

**Inscripciones:** 1<sup>er</sup> vencimiento: 14 de julio hasta 15 de setiembre de 2022

2<sup>do</sup> vencimiento: 15 de diciembre de 2022

Último vencimiento: hasta el día del evento

23 al 26 de agosto de 2022, Uberlândia, MG, Brasil (Modalidad virtual)

Primer semestre de 2023, Uberlândia, MG, Brasil (Modalidad presencial)

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

<https://www.even3.com.br/xxieneg2022/>

## **30 ENCUENTROS INTERNACIONALES DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES (APICE) y 6ª ESCUELA DE DOCTORADO**

### ***La enseñanza de las ciencias en un entorno multicultural***

**Fecha límite para el envío de trabajos para el encuentro:** 15 de enero de 2022

**6ª Escuela:** 5 al 6 de septiembre de 2022, Melilla

**30 Encuentros** 7 al 9 de septiembre de 2022, Melilla (Modalidad híbrida)

<https://www.30edcemelilla.es/>

## **4º JORNADAS SOBRE LAS PRÁCTICAS DOCENTES EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA**

### ***Producir universidad, garantizar derechos y construir futuros en el mundo contemporáneo***

Organizada por la Especialización en Docencia Universitaria y la Dirección de Capacitación y Docencia de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad Nacional de la Plata

**Fecha límite para la presentación de trabajos completos:** 01/08/2022

26 al 30 de septiembre de 2022, La Plata, Buenos Aires (Modalidad híbrida)

<https://backend.congresos.unlp.edu.ar/index.php/jpdup>

### **XIII CONGRESO INTERNACIONAL DE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA**

Organizado por el área de Química de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco

5 al 7 de octubre de 2022, Azcapotzalco, México (Modalidad virtual)

<http://congresointernacionaldequimica.azc.uam.mx/>

### **VIII JORNADAS NACIONALES Y IV LATINOAMERICANAS DE INGRESO Y PERMANENCIA EN CARRERAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS (IPECYT) 2022**

Organizado por la Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional

**Fecha límite para el envío de trabajos:** 30 de junio de 2022

12 al 14 de octubre de 2022, San Nicolás de los Arroyos, Buenos Aires (Modalidad híbrida)

<https://www.frsn.utn.edu.ar/ipecyt2022>

### **XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL**

***Aproximaciones a las problemáticas y necesidades de la región***

Organizado por distintas universidades de Colombia, Argentina, México, Chile y Brasil

27 y 28 de octubre de 2022 (Modalidad virtual)

Informes: [encuentrobiologia@gmail.com](mailto:encuentrobiologia@gmail.com)

Primera circular:

[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/97/o/Primera\\_Circular\\_congresso\\_biologia.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/97/o/Primera_Circular_congresso_biologia.pdf)

### **XII JORNADAS NACIONALES Y IX JORNADAS INTERNACIONALES DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA UNIVERSITARIA, SUPERIOR, SECUNDARIA Y TÉCNICA, JEQUSSST 2022**

Organizada por la Asociación Química Argentina

**Fecha límite para la presentación de propuestas:** 15 de agosto de 2022

2 al 4 de noviembre de 2022, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina (Modalidad virtual)

[www.aqacongreso.org.ar](http://www.aqacongreso.org.ar) (disponible a partir del 1 de julio de 2022)

### **XII CONGRESO IBEROAMERICANO DE DOCENCIA UNIVERSITARIA**

***Carrera Académica y Gestión Universitaria para el Cambio***

Organizado por la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM), en colaboración con el Instituto de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU) y AIDU

**Fecha límite para el envío de resúmenes de comunicaciones y simposios autoorganizados:** 15 de junio de 2022

**Inscripciones:** hasta el 31 de octubre de 2022

2 al 4 de noviembre de 2022, Santo Domingo, República Dominicana (Modalidad presencial)

<https://cidu2022.pucmm.edu.do/cidu/>

**9° SEMINARIO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA**  
***Escenarios inéditos en la educación superior. Perspectivas, huellas y emergentes***

Organizado por Universidad Nacional de Mar del Plata, Universidad Nacional de La Plata y Universidad Nacional del Tucumán

**Fecha límite para la presentación de trabajos:** 1 de julio de 2022  
14 y 15 de noviembre de 2022, Mar del Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina (Modalidad híbrida)

<https://www.9seminariorueda.unt.edu.ar/>

**35° CONGRESO LATINOAMERICANO DE QUÍMICA E 61° CONGRESO BRASILEÑO DE QUÍMICA**

Organiza la Asociación Brasileña de Química (ABQ)

**Fecha límite para la presentación de artículos:** 10 de setiembre de 2022

**Inscripciones:** 1<sup>er</sup> vencimiento: 24 de julio de 2022

2<sup>do</sup> vencimiento: 18 de setiembre de 2022

Último vencimiento: 23 de octubre de 2022

14 al 18 de noviembre de 2022, Río de Janeiro, Brasil (Modalidad presencial)

<https://www.abq.org.br/claq/es/>

**VIII SEMINARIO IBEROAMERICANO CTS (VIII SIACTS)/ XII SEMINARIO IBÉRICO CTS 2022**

***Interações CTS: Impactos Sobre o Ambiente, a Saúde e a Educação***

Organizado por la Universidade Cruzeiro do Sul y la Asociación Iberoamericana de Ciencia-Tecnología-Sociedad en la Educación en Ciencias (AIA - CTS)

22 al 24 de noviembre de 2022 (Modalidad virtual)

<https://www.cruzeirodosul.edu.br/a-cruzeiro-do-sul/siacts/>

**SIEF16 - 16° SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN FÍSICA**

Organizada por la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, el Instituto de Investigación en Educación Superior, el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica y la Asociación de Profesores de Física de la Argentina.

En el marco de la SIEF 16 se organizarán también:

**WORKSHOP**

24 al 26 de noviembre de 2022, CABA, Argentina (Modalidad presencial)

**VI ESCUELA DE POSGRADO CONGRIDEC**

23 al 30 de noviembre de 2022, CABA, Argentina (Modalidad totalmente virtual o semipresencial)

**Fecha límite para el envío de trabajos a SIEF16:** 1 de agosto de 2022

**SIEF16:** 28 al 30 de noviembre de 2022 (Modalidad virtual)

<https://apfa.org.ar/sief16/>

## **XXI ENDIPE (ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO)**

### ***A Didática e as Práticas de Ensino no contexto das contrarreformas neoliberais***

Organizado por la Universidade Federal De Uberlândia, Faculdade De Educação, Programa De Pós-Graduação Em Educação  
20 al 27 de noviembre de 2022 (Modalidad virtual)  
<http://xxiendipe.com.br/>

## **XI CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN CIENTÍFICA - CIEDUC 2022**

Organizado por Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y El Caribe, Universidad San Carlos de Guatemala, Universidad de Alcalá (España)

**Fecha límite para el envío de trabajos:** 1 agosto de 2022 (para la inscripción temprana) o 15 de septiembre de 2022

**Inscripción temprana:** 20 de octubre de 2022

28 de noviembre al 1 de diciembre de 2022, Antigua, Guatemala (Modalidad híbrida)

<http://www.cieduc.org/cieduc2022/>

## **2023 ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE (NARST)**

La información para los envíos de trabajos se publicará en junio  
18 al 21 de abril de 2023, Hilton Chicago, 720 S. Michigan Ave  
<https://narst.org/conferences/2023-annual-conference>

## **CHEMISTRY EDUCATION RESEARCH AND PRACTICE (GRS)**

### ***Gordon Research Seminar***

**Recepción de propuestas de speakers:** hasta 9 de enero de 2023

**Recepción de trabajos:** hasta 10 de junio de 2023

Más información a partir del 12 de agosto de 2022

8 y 9 de julio de 2023, Lewiston, ME, Estados Unidos

<https://www.grc.org/chemistry-education-research-and-practice-grs-conference/2023/>

## **CHEMISTRY EDUCATION RESEARCH AND PRACTICE**

### ***Gordon Research Conference***

**Recepción de trabajos:** hasta 11 de junio de 2023

Más información a partir del 13 de agosto de 2022

9 al 14 de julio de 2023, Lewiston, ME, Estados Unidos

<https://www.grc.org/chemistry-education-research-and-practice-conference/2023/>

## **VISUALIZATION IN SCIENCE AND EDUCATION**

### ***Gordon Research Conference***

**Recepción de trabajos:** hasta 18 de junio de 2023

Más información a partir del 20 de agosto de 2022

16 al 21 de julio de 2023, Lewiston, ME, Estados Unidos

<https://www.grc.org/visualization-in-science-and-education-conference/2023/>

## **IUPAC WORLD CHEMISTRY CONGRESS 2023**

### ***Connecting Chemical Worlds***

Organizada por la Royal Netherlands Chemical Society (KNCV) y el Dutch Research Council (NWO)

**Envío de trabajos:** 12 de diciembre de 2022 a 15 de febrero de 2023

**Inscripciones:** A partir del 15 de febrero de 2023

**Asamblea general:** 18 al 25 de agosto de 2023, La Haya, Países Bajos

**Congreso mundial de química:** 20 al 25 de agosto de 2023, La Haya, Países Bajos

<https://iupac2023.org/>

## **15TH CONFERENCE OF THE EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION (ESERA 2023)**

Organizado por Hacettepe University, Gazi University and Nevşehir Hacı Bektaş Veli University

29 de agosto a 2 de setiembre de 2023, Capadocia, Turquía

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

## **XIV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)**

### ***Pensar o conhecimento, agir em sociedade***

Organizado por Universidade Estadual de Goiás y Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC)

**Envío de trabajos:** 10 de julio al 10 de octubre de 2022

2 al 6 de octubre de 2023, Caldas Novas – GO

**Primera circular:**

<http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/2022/05/16/primeira-circular-do-xiv-enpec-caldas-novas-go/>

**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](mailto:asfarre@unrn.edu.ar)