

Educación en la Química

Volumen 29
Número 1

ISSN 0327-3504

ISSN-en línea 2344-9683

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



2023

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



Comité Editorial

Directora

María Gabriela Lorenzo
Universidad de Buenos Aires - CONICET

Directora Emérita

Luz Lastres Flores
Universidad de Buenos Aires

Editor Asociado

Germán Hugo Sánchez
Universidad Nacional del Litoral

Editoras de Secciones

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

Comité Académico Nacional

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

Comité Académico Internacional

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

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

Entre los fines y objetivos de la Asociación pueden citarse:

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

Comisión Directiva

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

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

Tabla de Contenidos

Editorial

- En Camino hacia los 30 Volúmenes de EDENLAQ
María Gabriela Lorenzo y Germán Hugo Sánchez 1

Investigación en Didáctica de la Química

- Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en la Formación Inicial de Profesores de Química. Un Análisis Centrado en los Procesos Reflexivos
Ma. Fernanda Echeverría 2-10
- Las Estrategias de Enseñanza en Ciencias Naturales Durante el Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio por Pandemia por Covid-19 y el Desarrollo de la Competencia Científica
María de los Ángeles Bizzio, Susana Beatriz Aguilar y Raúl Adolfo Pereira 11-20

Innovación para la Enseñanza de la Química

- Mecanismos Sincrónicos, Asincrónicos y el Uso de las TIC en el Proceso de Enseñanza en Química General e Inorgánica para Ingeniería Agronómica
Paola N. Esteves, Micaela A. Sanchez y David H. Riquelme 21-32
- Modelo Interdisciplinario en las Ciencias Químicas: Síntesis y Caracterización de un Polímero de Coordinación
Federico E. Aballay, María Cristina Almandoz, María Fernanda Castro y Germán E. Gomez 33-43
- Determinación de CO₂ en un Diseño Experimental. Integración de Biología y Química en la Universidad
Andrés Raviolo 44-56

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

- Debatiendo Temas de Actualidad y Relevancia Educativa y Social en las JEQUSSST 2022
Sandra A. Hernández 57-59
- Avances y Propuestas en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales
Damián Alberto Lampert 60-62
- Escuela de Posgrado CONGRIDEC 2022: Una Oportunidad para la Formación de Investigadores en Educación Química
Yazmín Arellano Salazar 63-68
- Congresos, Jornadas, Seminarios de Aquí y de Allá...
Andrea S. Farré 69-72

Editorial

EN CAMINO HACIA LOS 30 VOLÚMENES DE EDENLAQ

En este número inicia el volumen 29 de la revista *Educación en la Química*, con el cual nos encaminamos hacia la celebración de los primeros 30 de nuestra revista. En esta oportunidad, y siguiendo las recomendaciones internacionales de calidad, cambiamos los meses de publicación. Por eso, a partir de 2023, los números saldrán publicados en los meses de enero y julio de cada año manteniendo la rigurosidad en la evaluación.

En este primer número, donde se ponen en evidencia las nuevas tensiones que derivan de los procesos de cambio debidos al retorno a la presencialidad, se incluyen cinco artículos y tres reseñas de eventos científicos celebrados en nuestro país.

En la sección *Investigación en Didáctica de la Química* se publican dos artículos. El primero de ellos profundiza en la manera en que se desarrolla el conocimiento didáctico del contenido de una profesora de química al realizar procesos de reflexión iterativos. Por otro lado, se presenta una investigación referida a los materiales producidos por el gobierno de una provincia argentina durante la pandemia de Covid-19.

Seguido de ello, en la sección *Innovación para la Enseñanza de la Química*, se incluyen tres trabajos que muestran diferentes propuestas para las aulas de química de universidad que pueden servir de inspiración para transformar la enseñanza en este nivel.

Por último, en la sección *La Educación en la Química en Argentina y el Mundo* se resumen y comentan tres eventos celebrados en 2022, que convocaron a docentes e investigadoras/es de química en nuestro país, dos de ellos organizados por el CONGRIDEC y el otro por la Asociación Química Argentina. Además, se incluyen la clásica recopilación de datos y fechas de los congresos y conferencias que se vienen.

Esperamos que las páginas de este número les sean de provecho e inspiración y como siempre, les invitamos a escribir sus experiencias y comunicar los resultados de sus investigaciones en EDENLAQ.

María Gabriela Lorenzo y Germán Hugo Sánchez

Dirección Editorial

Enero de 2023



Investigación en didáctica de la Química

DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE QUÍMICA. UN ANÁLISIS CENTRADO EN LOS PROCESOS REFLEXIVOS

María Fernanda Echeverría

Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Educación Científica. Argentina.

E-mail: echeverria@mdp.edu.ar

Recibido: 01/12/2021. Aceptado: 13/11/2022.

Resumen. En el presente trabajo se estudia cómo una profesora en formación de Química de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) desarrolla algunos componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) mediante procesos reflexivos iterativos. El seguimiento se realizó aplicando el Modelo Interconectado para el Crecimiento Profesional Docente (MICPD), y se analizaron las reflexiones y promulgaciones promovidas mediante diferentes dispositivos diseñados para tal fin. El trayecto formativo de análisis comprende la cursada cuatrimestral de la asignatura Didáctica de la Química y el comienzo de la asignatura Práctica de la Enseñanza I, también cuatrimestral. Se buscó identificar cambios que reflejasen desarrollo en el conocimiento profesional de la profesora en formación, y en una etapa posterior se interpretaron los mismos desde algunos componentes del CDC. El análisis de los datos se desarrolló a partir de la identificación de regularidades o patrones y divergencias en los diferentes registros. Los resultados permiten apreciar que la estudiante se ha referido solo a dos componentes en relación con los Dominios Orientaciones para la Enseñanza de las Ciencias y el Conocimiento sobre el Aprendizaje y los Estudiantes, esencialmente mediante promulgaciones y reflexiones entre el Dominio Personal y el Externo

Palabras Clave. Conocimiento Didáctico del Contenido, Modelo Interconectado para el Conocimiento Profesional Docente, reflexión, química.

Development of the Pedagogical Content Knowledge in the Initial Training of Chemistry Teachers. An Analysis Focused on Reflective Processes

Abstract. This paper studies how a chemistry professor in training at the National University of Mar del Plata (UNMdP) develops some components of the Pedagogical Content Knowledge (CDC) through iterative reflective processes. The follow-up was carried out applying the Interconnected Model for Professional Teaching Knowledge (MICPD), and the reflections and promulgations promoted through different devices designed for this purpose were analyzed. The training path of analysis includes the quarterly course of the subject Didactics of Chemistry and the beginning of the subject Chemistry Teaching Practice I, also quarterly. Was sought to identify changes that reflected development in the professional knowledge of the teacher in training, and at a later stage they were interpreted from some components of the CDC. The analysis of the data was developed from the identification of regularities or pattern and divergences in the different registers.

Key words. Pedagogical Content Knowledge, Interconnected Model for Professional Teaching Knowledge, Reflection, Chemistry.



INTRODUCCIÓN

La práctica docente es, en general, producto de una compleja articulación entre teorías cotidianas y científicas, entre conocimiento enseñado, conocimiento aprendido acríticamente y conocimiento artesanal; poniendo en juego saberes y teorías intuitivas que muchas veces difieren de las que fueron aprendidas sistemática y explícitamente. Esta concepción sobre la práctica docente exige, además, del conocimiento formal aprendido, de procesos reflexivos (Ravanal Moreno, 2016) que promuevan la explicitación de dichas teorías y que favorezcan una formación centrada en una relación teoría-práctica educativas superadoras de una racionalidad instrumental (Carr, 1990). A este complejo proceso a través del cual el docente logra construir y apropiarse de un saber que le permite actuar y responder a los requerimientos de la práctica, lo llamamos "conocimiento profesional" (Cooper y Van Driel, 2019), que crece y se desarrolla a través de un proceso de aprendizaje inevitable y continuo (Guskey, 2002). Una perspectiva de análisis interesante, desde la cual abordar un componente importante del conocimiento profesional entendido de esta manera, es la línea de investigación sobre el CDC (Bolívar, 2005). Si bien desde la primera propuesta de Shulman (1986), se ha definido de maneras diferentes (Park y Oliver, 2008), la transformación del conocimiento del contenido por parte de los docentes, con el propósito de desarrollar buenas prácticas de enseñanza, se encuentra en el centro de la idea de este constructo (Park y Chen, 2012). El alto nivel de especificidad del CDC respecto de las variables que se ponen en juego durante las prácticas de enseñanza tales como las características de los estudiantes, la disciplina, los contextos y el enfoque didáctico (Loughran y col., 2012) hacen que la tarea de presentar una propuesta clara, no solo respecto de cómo promover el desarrollo de CDC en docentes, sino también de cómo evaluarlo una vez construido (Magnusson, Krajcik y Borko, 1999) resulte aún dificultosa.

Se toma el CDC por su aporte a la formación del profesorado y mejora del desarrollo de las prácticas docentes, al promover la reflexión sobre la enseñanza frente a las exigencias sociales respecto de las finalidades, estrategias, problemas, Modelos Didácticos y contenidos; favoreciendo una selección más atractiva a nivel conceptual, procedimental y actitudinal (Parga Lozano y col, 2015). De la misma forma, el estudio del CDC contribuye al diseño de Diseños Curriculares y programas de formación inicial y permanente, al considerarse un referente de desempeño profesional docente (Parga Lozano y Mora Penagos, 2017).

Respecto del abordaje del constructo CDC se plantea un análisis dinámico y longitudinal del mismo más allá de las "fotografías" que se pueden obtener en diferentes instancias de las trayectorias de profesionalización de cada futuro docente. Se busca, de esta forma, estudiar el desarrollo profesional (DP en adelante) de futuros Profesores de Química, retomando los aportes de Shulman (1986) entendiéndolo como el conjunto de los conocimientos necesarios para enseñar un tópico, y mejorar la práctica docente y el aprendizaje de los estudiantes; considerando la transformación del conocimiento como característica central del CDC. En el presente trabajo, se utiliza el modelo propuesto por Park y Oliver (2008), el cual se organiza en

un hexágono (Figura 1), conformado por seis componentes y subcomponentes que interactúan entre sí.

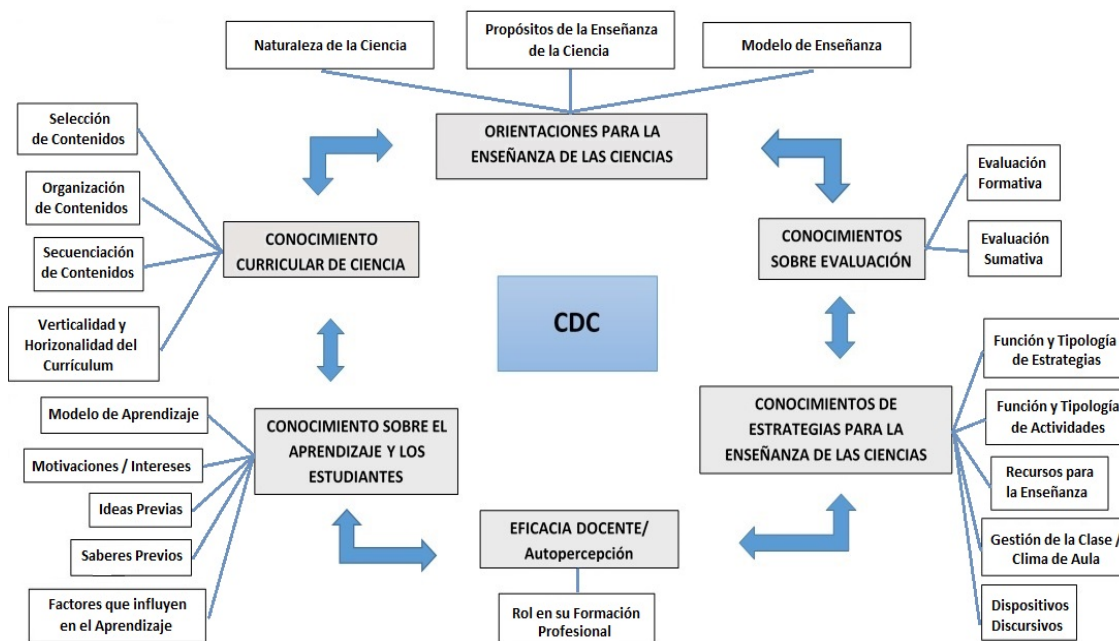


Figura 1. Adaptación del modelo de CDC de Park y Oliver (2008).

El seguimiento, tanto su construcción como de la dinámica de desarrollo se analiza a partir del heurístico denominado MICPD diseñado por Clarke y Hollingsworth (2002), adaptado por Zwart y col. (2007) para el trabajo con la pre-práctica. Dicho Modelo considera que los cambios en el ámbito docente ocurren entre cuatro dominios: Dominio Personal (DPe), correspondiente a los conocimientos, creencias y actitudes del docente; Dominio de la Práctica (DPr) comprendido por toda intervención/actuación profesional; Dominio de la Consecuencia (DC), comprendido por los resultados de la práctica docente; y Dominio Externo (DE), considerado como toda fuente de información o estímulo). Los cambios entre Dominios se encuentran mediados por procesos de reflexión y promulgación. Se escoge este modelo ya que asume la idea de desarrollo profesional asumida, como un proceso de aprendizaje continuo, de naturaleza no lineal, y complejo, dado su carácter situado y multicausal.

Durante la cursada de Didáctica de la Química, se trabajaron temas de Electroquímica dada la variedad de conceptos relacionados, como el número de oxidación, ecuación química, espontaneidad de reacciones y otros; así como la posibilidad de plantear diversos ejes organizadores en consonancia con los fenómenos cotidianos, permitiendo favorecer ciertas finalidades de la Educación Secundaria. A lo largo de la asignatura Práctica de la Enseñanza I, se trabajó con otros temas de la disciplina con el fin de promover aprendizajes respecto de aquellas capacidades que tienen cierto carácter de dominio general, por ejemplo, las estrategias para evaluar de manera formativa; como así también abordar temáticas específicas de dominio, tal como, el trabajo con analogías.

Los estudios realizados hasta el momento en el tema electroquímica (Rollnick y Mavhunga, 2014; Aydin, Friedrichsen, Boz y Hanuscin, 2014) muestran que es un eje que proporciona riqueza para el propósito planteado, que es estudiar propuestas de formación para los profesores de química.

El presente trabajo busca interpretar cambios en el CDC de una profesora de química en formación que reflejan desarrollo en el conocimiento profesional, cuando participa de una propuesta de formación centrada en la reflexión. Este estudio forma parte de una investigación más amplia que aborda el DPD de los profesores de química. Se busca aportar no sólo a la formación de docentes críticos y con capacidades para regular su propio aprendizaje durante el ejercicio de la profesión sino también a la mejora del diseño de propuestas de formación de futuros profesores de química, ampliando la investigación a otros casos en vistas del desarrollo del CPD, como una forma de favorecer la toma de decisiones en un ambiente tan cambiante y complejo como es el aula.

METODOLOGÍA

Se realizó un análisis exploratorio, de carácter interpretativo y longitudinal a través de un estudio de caso centrado en los procesos reflexivos de una estudiante de profesorado en química. Se tomó como trayecto de análisis la cursada cuatrimestral de la asignatura Didáctica de la Química y el comienzo de la asignatura Prácticas Docentes I de Química. Una síntesis del estudio y los instrumentos utilizados se presentan en la (Figura 2).

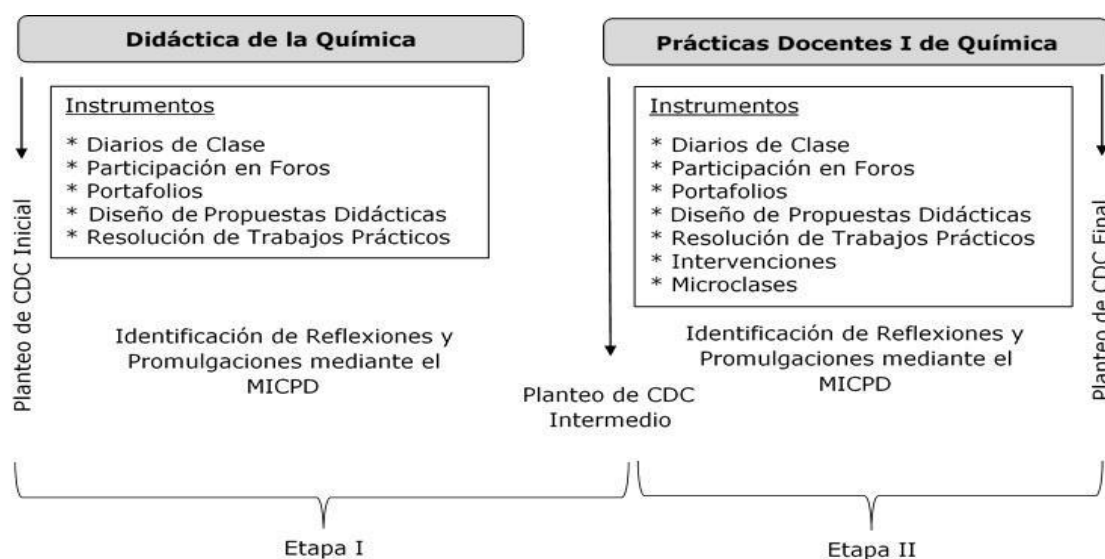


Figura 2. Esquema Longitudinal de Análisis.

Contexto: La estudiante se encuentra cursando el cuarto año de la carrera del Profesorado de Química y para la recolección de datos se utilizaron sus producciones personales (resolución de Trabajos Prácticos, diseño de Propuestas Didácticas, Reflexiones realizadas extraídas de Diarios de Clases, Documentos obtenidos a partir de la participación en foros y de sus portafolios) a lo largo de la misma.

La selección del caso se relaciona con la accesibilidad a sus producciones y se le ofrecerá desempeñarse dentro del Programa de Adscripciones a la

Investigación ofrecido por el Departamento de Educación Científica, para un análisis de su propia trayectoria.

Instrumentos: De entre los mencionados en la Figura 2, se propone una actividad inicial en la asignatura Prácticas Docentes I de Química (Figura 3), en la cual se plantea una situación hipotética a desarrollar por los estudiantes.

Se toma de la propuesta de Justi y Van Driel (2006) los criterios para identificar promulgaciones y reflexiones entre los dominios, y a partir del MICPD se buscó evidencias de cambios en el desarrollo del conocimiento personal de la profesora. Posteriormente, se interpretaron los mismos desde algunos componentes del CDC.

1. Te llaman de una escuela y el director te plantea un problema. El docente a cargo del aula de (Cs. Naturales/Física/Fisicoquímica) de 1º/.../6º año debe ausentarse y su licencia durará al menos un mes. Te solicita tomar sus clases por ese período de tiempo. Tendrías que enseñar el tema Suponiendo que aceptas la propuesta, comentá en forma detallada, qué ideas fundamentales sobre ese tema enseñarías, para qué lo harías y cómo lo harías.
2. Unos días antes de terminar la licencia, el director te comunica que la licencia se extiende otro mes y que en el tiempo restante podés trabajar cualquier temática que desees, incluso si no aparece en el curriculum. Suponiendo que te quedas ese mes, comentá en forma detallada qué enseñarías, para qué lo harías y cómo lo harías.

Figura 3. Actividad Inicial Prácticas Docentes I de Química.

RESULTADOS

Al comienzo de la asignatura Didáctica de la Química se analizan las respuestas a una actividad, que permite plantear un CDC Inicial (Figura 4). En el mismo se aprecia que la estudiante ha hecho mención de solo dos de sus componentes en relación a los Dominios Orientaciones para la Enseñanza de las Ciencias y el Conocimiento sobre el Aprendizaje y los Estudiantes.

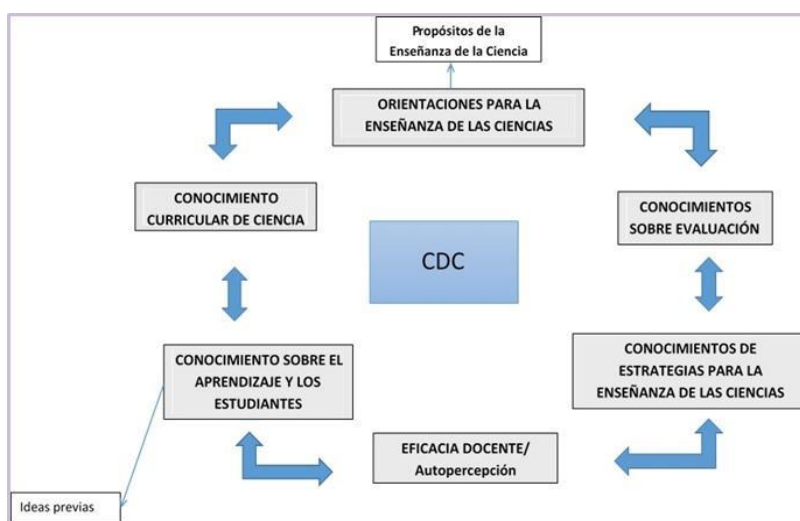


Figura 4. Componentes evidenciados al comienzo de Didáctica de la Química

A lo largo de la cursada de Didáctica de la Química, a partir del análisis de los registros en Diarios de Clase, las actividades de los distintos Trabajos Prácticos y los registros en Portafolio se buscaron y analizaron las principales promulgaciones y reflexiones, encontrándose principalmente entre el Dominio Personal y el Externo (Figura 5). Este resultado es coherente con el hecho de que la asignatura se centra la formación en torno al Diseño de Secuencias de Actividades y Planificaciones, haciendo hincapié en cuestiones relacionadas con los Diseño Curriculares, Modelos y Finalidades de la Enseñanza de la Ciencia, y diversos Recursos y Estrategias de Enseñanza. El abordaje de todos estos aspectos, refuerza el papel del Dominio Externo en los cambios de la profesora.

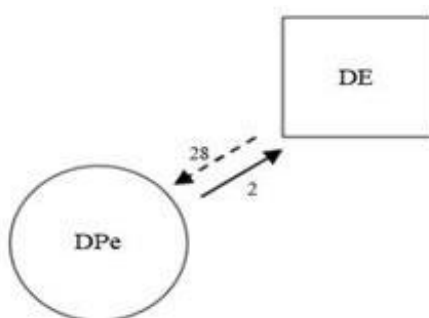


Figura 5. Desarrollo del CP de la profesora en formación durante la asignatura Didáctica de la Química.

Se analizaron los Dominios y Componentes a los que refiere en las diferentes promulgaciones y reflexiones (Figura 6), notándose menciones de todos los dominios, en especial los de Orientaciones para la Enseñanza de la Ciencia, Conocimiento sobre el Aprendizaje y los Estudiantes y Conocimiento de Estrategias para la Enseñanza de las Ciencias.



Figura 6. Dominios Evidenciados durante Didáctica de la Química.

De la misma forma que se hizo inicialmente, se plantea una consigna al comienzo de la asignatura Prácticas Docentes I de Química (Figura 3), donde el estudiante desarrolla su abordaje sobre una situación hipotética planteada en relación con la cobertura de la suplencia de un cargo docente. A partir de la misma se plantea un CDC Final (Figura 7). En el mismo se evidencian menciones a una mayor cantidad de componentes relacionados con todos los dominios, excepto el correspondiente a Eficacia Docente.

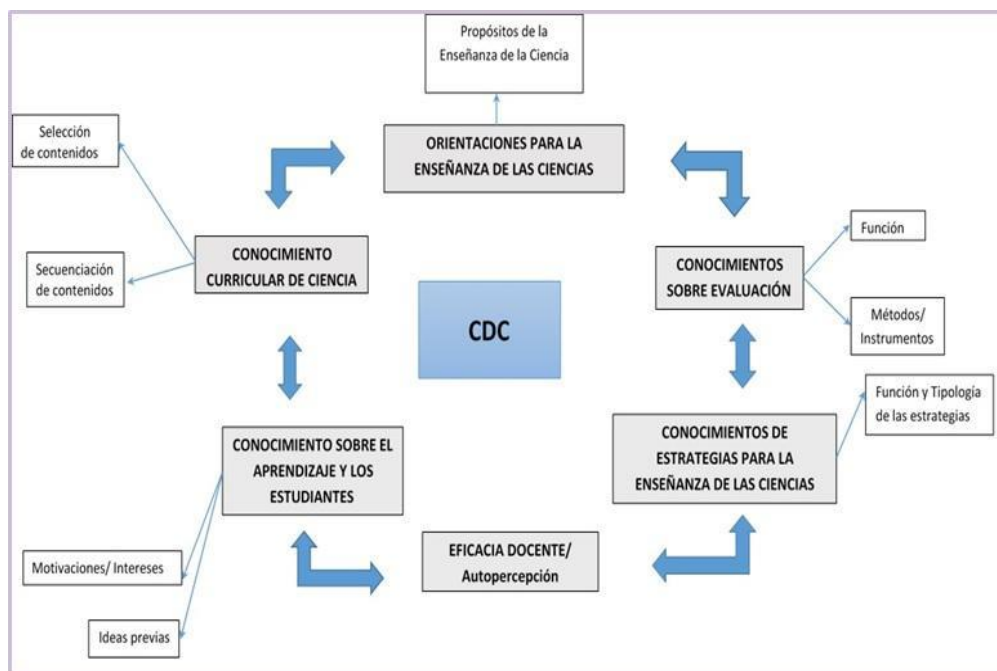


Figura 7. Componentes Evidenciados al final de Práctica de la Enseñanza I.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El seguimiento realizado permitió evidenciar cambios en algunos componentes del CDC, leídos en términos de interrelaciones entre dominios del MICPD que también fueron reconocidos por la profesora en formación. Esto permite suponer que hay indicios de crecimiento profesional (Guskey, 2002) como consecuencia de la propuesta de formación centrada en la reflexión.

Los cambios observados en el conocimiento profesional de la profesora, dan cuenta de lo particularmente importante que es que todo su trayecto sea acompañado por dispositivos que promuevan la construcción y reconstrucción de su conocimiento profesional y proporcionen, además, autonomía en el ejercicio de la práctica reflexiva, instancias que fueron, tradicionalmente reservadas para las prácticas de enseñanza en instituciones durante el período de la residencia.

En base a los resultados, se plantea la oportunidad de diseñar nuevos dispositivos y generar así, espacios de reflexión y activación de conocimientos para su construcción (Raval Moreno, 2016), con el fin de que se produzcan más y mejores promulgaciones y reflexiones por parte de los profesores en formación, de cara a un crecimiento docente más abarcativo en relación a todos los dominios involucrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aydin, S., Friedrichsen, P., Boz, Y. y Hanuscin, D.L. (2014). Examination of the Topic-Specific Nature of Pedagogical Content Knowledge in Teaching Electrochemical Cells and Nuclear Reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 15 (4), 658-674. <https://doi.org/10.1039/C4RP00105B>
- Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2).
- Carr, W. (1990). Cambio educativo y desarrollo profesional. *Revista Investigación en la Escuela*, 11, 3-11.
- Clarke, D. y Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00053-7)
- Cooper, R. y Van Driel, J. (2019). Developing Research on PCK as a Community. En A. Hume, R. Cooper, y A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp.201-221). Springer.
- Guskey, T. R. (2002). Professional Development and Teacher Change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 8(3), 381-391. <https://doi.org/10.1080/135406002100000512>
- Justi, R. y Van Driel, J. (2006). The use of the Interconnected Model of Teacher Professional Growth for understanding the development of science teachers' knowledge on models and modelling. *Teaching and Teacher Education*, 22(4), 437-450. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.11.011>
- Loughran, J., Milroy, P., Berry, A., Gunstone, R. y Mulhall, P. (2001). Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. *Research in Science Education*, 31, 289-307. <https://doi.org/10.1023/A:1013124409567>
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko H. (1999). Nature, Sources and development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *PCK and Science Education*, (pp.95-132). Kluwer Academic Publishers.
- Parga Lozano, D. y Mora Penagos, W. (2017). El CDC en química: una línea de investigación y de relaciones con la práctica docente. *Enseñanza de las Ciencias, Extra*, 97-102.
- Parga Lozano, D. L., Mora Penagos, W. M., Martínez Pérez, L. F., Ariza Ariza, L. G., Rodríguez Hernández, B., López Castillo, J., Gómez Poveda, Y. y Jurado Arcos, R. (2015). *El conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química* (1ra edición). Universidad Pedagógica Nacional.
- Park, S. y Oliver, J. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand

- Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261 – 284. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6>
- Park, S. y Chen, Y. (2012). Mapping Out the Integration of the Components of Pedagogical Content Knowledge (PCK): Examples from High School Biology Classrooms. *Teaching y Learning. Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941. <https://doi.org/10.1002/tea.21022>
- Ravanal Moreno, E. (2016). Consideraciones para un Programa de Desarrollo Profesional que orienta al Profesor a reconceptualizar su Enseñanza. *Revista Científica*, 28(1), 60-71. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.28.a5>
- Rollnick, M. y Mavhunga, E. (2014). PCK of teaching electrochemistry in chemistry teachers: A case in Johannesburg, Gauteng Province, South Africa. *Educación Química*, 25(3), 354-362. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70551-8](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70551-8)
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.2307/1175860>
- Zwart, R. C., Wubbels, T., Bergen, T. C. M. y Bolhuis, S. (2007). Experienced teacher learning within the context of reciprocal peer coaching. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 13(2), 165-187. <https://doi.org/10.1080/13540600601152520>

Investigación en didáctica de la Química

LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA EN CIENCIAS NATURALES DURANTE EL AISLAMIENTO SOCIAL, PREVENTIVO Y OBLIGATORIO POR PANDEMIA POR COVID-19 Y EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA

María de los Ángeles Bizzio, Susana Beatriz Aguilar, Raúl Adolfo Pereira

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

E-mail: mbizzio@ffha.unsj.edu.ar

Recibido: 16/12/2021. Aceptado: 06/10/2022.

Resumen. Se presenta una investigación mixta de diseño exploratorio-descriptivo, en la que se analizan las estrategias implementadas, durante el aislamiento social, preventivo y obligatorio (ASPO) para la enseñanza de disciplinas del área Ciencias Naturales y su relación con la promoción del desarrollo de capacidades vinculadas a la competencia científica, enfatizando en la capacidad explicar fenómenos científicamente. Se consideran para dicho análisis las Guías pedagógicas implementadas en el Ciclo Básico de una escuela suburbana de educación secundaria de San Juan (Argentina). Se observa que la mayoría de las estrategias se vinculan al recuerdo, selección y aplicación de conocimientos científicos. Las actividades propuestas en todas las asignaturas son de baja demanda cognitiva y de complejidad similar, sin dar la posibilidad a que los estudiantes planteen interrogantes, hipótesis y pongan a prueba resultados. Pensamos que son necesarias instancias de formación docente para reflexionar en torno al desarrollo de la competencia científica.

Palabras clave. estrategias de enseñanza, ciencias naturales, competencia científica, pandemia COVID-19.

The teaching strategies in Natural Sciences during the social preventive and compulsory isolation due to COVID-19 PANDEMIC and the development of the scientific competence

Abstract A mixed investigation of exploratory-descriptive design is presented, where the implemented strategies for the teaching of disciplines in the Natural Sciences during the social preventive and compulsory isolation, and their relationship with the promotion of the development of capacities related to the scientific competence emphasizing the ability to explain phenomena scientifically are analyzed. The pedagogical guides implemented in the Basic Cycle of a suburban secondary school in San Juan (Argentina) are considered for this analysis. It is observed that most of the strategies are linked to the memory, selection, and application of scientific knowledge. The activities proposed in all the subjects are of low cognitive demand and of similar complexity, without giving the possibility for the students to raise questions, hypotheses and to test results. We think that instances of teacher training are necessary to reflect on the development of the scientific competence.

Keywords. teaching strategies, natural sciences, scientific competence, COVID-19 pandemic.



INTRODUCCIÓN

En tiempos de Pandemia por COVID-19, la educación adquirió diferentes formas según el contexto. En nuestro país, en marzo de 2020, se inició un largo periodo de Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) informado a través de diferentes normativas a nivel nacional (DECNU-2020-260-APN-PTE, art. 7º; Res. 2020-108-APN-ME) que obligó a todo el sistema educativo a adaptarse a las nuevas circunstancias, impulsando la reconversión de los escenarios del trabajo de los docentes, las formas de organizar las actividades, los métodos y los recursos destinados a dar continuidad a la enseñanza y al aprendizaje.

En ese contexto, diversos autores destacados comenzaron a generar espacios de reflexión a través de conferencias, jornadas y conversatorios *on line*, que pusieron en marcha el debate acerca de las nuevas modalidades de enseñanza y aprendizaje y las condiciones del trabajo docente; los vínculos entre familia - docentes y entre pares; el derecho a la educación en tiempos y contextos de excepcionalidad y de emergencia sanitaria (Furman, 2020; Dussel y Terigi, 2020; Anijovich, 2020; entre otros). Todos ellos destacan que la escuela es un espacio que garantiza el aprendizaje y que el ASPO y la educación remota sacaron a la luz la brecha existente entre los diferentes entornos y las diversas situaciones familiares y sociales.

Así, los docentes comenzaron a trabajar en la educación a distancia a partir de la elaboración de materiales con el formato de Guías pedagógicas (GP) para cada nivel, con el Portal Educativo y la página del Ministerio de Educación provincial como soporte (Res. N° 631-ME-2020). En particular, las GP se enviaron a los estudiantes de los distintos ciclos y niveles educativos por diferentes medios, entre ellos, correo electrónico, aulas virtuales y plataformas educativas, documentos impresos y *Whatsapp*. Dadas las dificultades de conectividad de muchas familias, estos últimos se convirtieron en las principales vías de comunicación familia-escuela. Los mismos también se utilizaron para la enseñanza de las Ciencias Naturales en educación secundaria.

Por otra parte, dado que el desarrollo de capacidades y competencias, atraviesa las propuestas curriculares de todos los niveles y modalidades del sistema educativo, éstas deberían ser abordadas en las GP por las distintas disciplinas.

En el marco del proyecto de investigación "La Competencia científica: desafíos y nuevas estrategias de enseñanza de las Ciencias"¹, nos propusimos documentar las propuestas docentes, como una forma de aproximación a las prácticas reales y analizarlas a partir de los interrogantes: ¿Cuáles son las estrategias de enseñanza que plantearon los profesores de Ciencias Naturales a los estudiantes de una escuela de Ciclo Básico de Educación Secundaria en la provincia de San Juan en tiempos de ASPO por Pandemia Covid-19? ¿Cómo se vinculan con el desarrollo de las capacidades de la competencia científica?

En consecuencia, el objetivo del trabajo se dirige a indagar las estrategias didácticas que implementaron los docentes de Ciencias Naturales durante el

¹ Resolución 0591-R de 2020. Universidad Nacional de San Juan. CICITCA.

ASPO por la Pandemia por Covid-19 a través de las Guías pedagógicas y su vinculación con el desarrollo de las capacidades de la competencia científica en Ciclo Básico de la educación secundaria de una escuela suburbana de la provincia de San Juan.

FUNDAMENTACIÓN

Las Guías pedagógicas como herramienta de aprendizaje

Con el auge de la educación a distancia o remota, las Guías pedagógicas (GP) se afianzaron como una herramienta para el diseño y planificación de las actividades en educación.

En las GP se plasman los objetivos de la enseñanza, las acciones del profesor y los estudiantes de forma planificada y sistemática, información adecuada y actividades de evaluación y metacognición, con el fin de favorecer el aprendizaje autónomo, entendido como un proceso activo (García Hernández y De la Cruz Blanco, 2014).

En sus orígenes se denominó Guía didáctica, y según García Arterio (2014) constituye "el documento que orienta el estudio, acercando a los procesos cognitivos del alumno el material didáctico, con el fin de que pueda trabajarlo de manera autónoma" (p. 2). Este documento implica un contrato pedagógico entre docentes y estudiantes. En general, las guías deben generar una fuerte motivación hacia el aprendizaje de la disciplina, integrando todos los recursos posibles a modo de andamiaje para guiar de manera óptima el aprendizaje y el desarrollo de las capacidades y competencias.

En este sentido, el docente debe diseñar un conjunto de estrategias de enseñanza que se articulen en las GP. Las estrategias conforman "un conjunto de decisiones que toma el docente para orientar la enseñanza con el fin de promover el aprendizaje de sus alumnos" (Anijovich y Mora, 2010). Éstas se concretan en una secuencia de actividades de aprendizaje, adaptadas a las características de los estudiantes, a los recursos disponibles y a los contenidos. Además, deberían ofrecer a los estudiantes no solo información suficiente sino también, orientaciones para la resolución de las tareas (Gutiérrez Tapias, 2018) y promover el desarrollo de las capacidades y competencias de forma deliberada (Pimienta Prieto, 2012).

El desarrollo de las capacidades de la competencia científica

La formación científica en la escuela permite desarrollar competencias que faciliten la comprensión del entorno natural y socio-ambiental, así como, enfrentar las situaciones problemáticas cotidianas (Castro y Ramírez, 2013). La competencia científica es entendida como un constructo definido en términos de las capacidades que serían esperables que un estudiante, científicamente competente, desarrolle a lo largo de su vida, como ciudadano informado y crítico del conocimiento científico (OCDE, 2017).

El término competencia científica, utilizado en el presente trabajo, es una construcción genérica que incluye un conjunto de disciplinas de las Ciencias Naturales (Física, Química, Biología, entre otras) y constituye un concepto transversal que a la vez se nutre de otras áreas (Matemática, Lengua, Arte). El desarrollo de la misma debe sustentarse en cada una de ellas y, a la

vez, servir de base a las acciones de los individuos en contextos concretos, lo que trasciende cada campo científico. En este sentido, Adúriz Bravo (2012) ofrece el modelo de las "tres ces (3C)". Éste comprende a la competencia científica escolar como "cualquier capacidad de orden superior (cognitiva, discursiva, material, valórica, emocional) relacionada con un contenido científico determinado (del currículum escolar) y en el marco de un contexto determinado (escolar, socialmente significativo y vinculados a la vida cotidiana de los ciudadanos)" (p. 47-48).

La competencia científica se vincula a las siguientes capacidades (OCDE, 2017):

- **Explicar fenómenos científicamente:** la persona debe ser capaz de identificar, proponer y evaluar explicaciones sobre los fenómenos naturales y tecnológicos. Además, comprender cómo se genera el conocimiento científico y su veracidad.
- **Evaluar y diseñar la investigación científica:** el sujeto debe poder describir y evaluar las investigaciones científicas y proponer diversas formas de abordar los problemas científicamente; plantear preguntas científicas, recoger y analizar datos obtenidos mediante la observación y la experimentación, y ofrecer predicciones acerca de los fenómenos, que pueden ser investigados experimentalmente.
- **Interpretar datos y pruebas científicas:** una persona científicamente competente debe ser capaz de analizar y evaluar datos científicos, como así también afirmaciones y argumentos, expresados en diferentes formas de representación y extraer conclusiones pertinentes.

El abordaje del enfoque por capacidades y competencias requiere del diseño de estrategias áulicas que contemplen niveles crecientes de complejidad. En consecuencia, los docentes deben proponer nuevas metodologías centradas en la comprensión del contenido, la contextualización, la alfabetización científica en el aula y aproximaciones a los procedimientos de investigación que realizan los científicos profesionales (Busquets, Silva y Larrosa, 2016).

METODOLOGÍA

La presente investigación que parte de un diseño mixto, de corte cuantitativo, de alcance exploratorio-descriptivo, estudia las estrategias que se implementaron en la educación remota durante el aislamiento social, preventivo y obligatorio (ASPO), para la enseñanza de las Ciencias Naturales y su relación con la promoción del desarrollo de las capacidades vinculadas a la competencia científica en una escuela suburbana de la provincia de San Juan (Argentina).

Las fuentes secundarias utilizadas son las Guías pedagógicas (GP) implementadas en el Ciclo Básico de educación secundaria, en los espacios curriculares vinculados a las Ciencias Naturales: Biología (primer año), Física (segundo año), Biología y medio ambiente (segundo año), Química (tercer año) y Biología (tercer año).

La recolección de los datos se obtiene a través de las GP, enviadas en su formato original, por los docentes mediante correo electrónico.

Como técnica de análisis, se realiza el **análisis documental** de las treinta GP implementadas a lo largo del 2020. Se lleva a cabo un estudio de tipo inferencial, es decir, se relacionan las estrategias diseñadas por los docentes con las capacidades de la competencia científica, a los fines de la presente investigación, considerando los lineamientos de PISA (OCDE, 2017).

A tal efecto, se agrupan las estrategias propuestas por los docentes en las categorías: estrategias tendientes a favorecer el desarrollo de la capacidad de **explicar fenómenos científicamente**; estrategias orientadas al desarrollo de la capacidad de **evaluar y diseñar investigaciones científicas**; estrategias tendientes a favorecer el desarrollo de la capacidad de **interpretar datos y pruebas científicas**. Se identifican las subcategorías correspondientes y, se relacionan las actividades diseñadas en las GP con cada una de ellas. También se cotejan, con indicadores de presencia-ausencia, la cantidad de veces que una actividad es propuesta por los docentes en cada uno de los espacios curriculares, y su vinculación con las capacidades y sub-capacidades de la competencia científica.

Finalmente, se busca reconocer las concordancias y divergencias que existen entre las GP en forma transversal y, en particular, en cada una de las disciplinas que conforman las Ciencias Naturales en el Ciclo Básico de la educación secundaria.

Excede a este trabajo, el análisis de la organización interna de las actividades y sus articulaciones en cada una de las GP. Además, cabe aclarar que el estudio comprende el análisis de las guías elaboradas e implementadas durante el ASPO. No se posee evidencia empírica de las formas de abordar los contenidos en el aula antes y después del mismo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realiza el análisis de los datos partiendo de lo general a lo particular, a fin de reconocer las características de las Guías pedagógicas (GP) para llegar, finalmente, a las especificaciones de cada disciplina. Dado que las estrategias se componen de un conjunto de actividades secuenciadas, se analizan cada una de ellas y su vinculación a las capacidades de la competencia científica.

A partir de dicho análisis se determina que, sobre el total de las estrategias diseñadas por los docentes, el 93% corresponden a la categoría estrategias tendientes a favorecer el desarrollo de la capacidad de **explicar fenómenos científicamente**; el 5% a estrategias orientadas al desarrollo de la capacidad de **evaluar y diseñar investigaciones científicas**; y sólo el 2% estrategias tendientes a favorecer el desarrollo de la capacidad de **interpretar datos y pruebas científicas**.

Si nos introducimos en la primera categoría, estrategias tendientes a favorecer el desarrollo de la capacidad de **explicar fenómenos científicamente**, encontramos algunos datos de interés que corresponden al total de las actividades diseñadas por los docentes de la muestra y se representan en el Gráfico 1. En él se observa que el 69% de las actividades propuestas se vinculan con la sub-capacidad **recordar y seleccionar conocimientos**, el 25% con la sub-capacidad **recordar, seleccionar y**

aplicar conocimientos y el 6% con **identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones**.

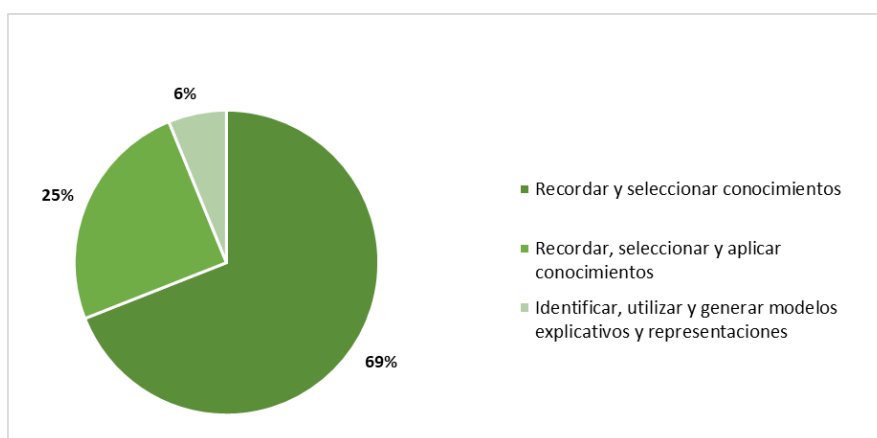


Gráfico 1. Estrategias vinculadas a explicar fenómenos científicamente.

En una primera aproximación, en el análisis efectuado sobre las GP de los diferentes espacios curriculares de Ciencias Naturales del Ciclo Básico, se observa generalmente la introducción de un texto informativo y a continuación suele proponerse la aplicación de estos conceptos teóricos.

A partir de estos resultados, se realiza el análisis detallado de cada una de las sub-capacidades (ver en anexo Tabla 1).

- La sub-capacidad **recordar y seleccionar conocimientos** está presente en las GP propuestas en todos los espacios curriculares que forman parte de la muestra. Entre las actividades vinculadas a ésta, predominan, en forma transversal a todas las disciplinas, aquellas tendientes a la selección de información a partir de un texto dado, generalmente con el propósito de responder interrogantes que demandan la copia de un fragmento de dicho texto.

Al analizar esta sub-capacidad en las diferentes disciplinas, se encuentra que en aquellas vinculadas a la Biología (Biología de primer año, Biología y medio ambiente de segundo año y Biología de tercer año), cobran relevancia, por su frecuencia, las actividades que principalmente demandan el recuerdo de información para poder identificar una opción correcta a partir de una serie de enunciados; tal opción, en varias oportunidades, es solo una copia de un fragmento del texto dado; o bien, proponen unir con flechas un concepto con su definición o con algunas características. Mientras que en Química y en Física no se observa la prevalencia de un tipo de actividad por sobre otro. Puede mencionarse que en Física se proponen algunas actividades que implican la identificación de una opción correcta y la enumeración de pasos. En Química, se plantea una actividad relacionada con el dibujo de materiales de laboratorio y colocar el nombre a partir de la observación de un video.

- Acerca de la sub-capacidad **recordar, seleccionar y aplicar conocimientos**, también aparecen propuestas para su desarrollo en algunas de las GP de los diferentes espacios curriculares, encontrando en

común, actividades que implican la ejemplificación. También se observan en diferentes espacios curriculares actividades que demandan la clasificación, pero, con mayor frecuencia, en aquellos vinculados a la Biología. Las propuestas de actividades que implican la descripción se encuentran en Biología de primer año, Biología y Ambiente y Física. La fundamentación de respuestas se solicita solo en espacios curriculares relacionados a la Biología.

- En cuanto a la sub-capacidad **identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones**, se proponen algunas actividades que favorecen su desarrollo en espacios curriculares vinculados a la Biología y a la Física, estando ausente en Química. Las actividades propuestas se relacionan con la identificación de partes y en el caso de Biología y medio ambiente propone el dibujo de perfiles.

Finalmente, poniendo el foco en las estrategias propuestas para cada disciplina en particular, en aquellos espacios curriculares vinculados a la Biología se destaca la variedad en el diseño de actividades. En Biología de primer año, apuntan especialmente a **recordar y seleccionar conocimientos** y **recordar, seleccionar y aplicar conocimientos** (por ejemplo, completar o diseñar cuadros comparativos, completar esquemas, fundamentar su respuesta, entre otras). En menor medida, pero presente en todas las asignaturas vinculadas a la Biología, se observan actividades referidas a **identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones** (por ejemplo, identificar partes de distintas representaciones, dibujar perfiles).

Por otra parte, en Física y en Química, se destaca que tienden a desarrollar, particularmente, la sub-capacidad **recordar y seleccionar conocimientos**, a través de actividades que se presentan de forma reiterativa en todas las GP analizadas (por ejemplo, responder interrogantes a través de la selección y copia de un fragmento del texto, indicar verdadero o falso, completar un cuadro, unir con flechas).

En particular en Química, no se observan diferencias significativas respecto al resto de los espacios curriculares. Además llama la atención la ausencia de actividades vinculadas a la sub-capacidad **identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones**.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En general, en casi todas las GP se establece un texto como única fuente de información. No se observa una contextualización adecuada ni una articulación de actividades que de evidencia de una estrategia de enseñanza.

En las GP de la muestra, se propone una visión de la ciencia como un constructo acabado. En su lugar, desde la perspectiva del desarrollo de la competencia científica, además se busca, en coincidencia con Gellon et al. (2018), la construcción de los aprendizajes de las Ciencias Naturales como un proceso, en el cual se reflexiona y se llevan a la práctica los procedimientos propios de éstas. Lo que implica que los docentes brinden oportunidades para que los estudiantes planteen interrogantes, formulen hipótesis y cuestionen resultados. Este aspecto va más allá de los experimentos, e involucra

acciones como hacer preguntas, plantear hipótesis, cuestionar los resultados, más vinculadas a la capacidad de **evaluar y diseñar investigaciones científicas** e **interpretar datos y pruebas científicas**, que son las menos desarrolladas en las GP analizadas.

Finalmente, las diferencias en el abordaje de la enseñanza en cada campo disciplinar se hacen evidentes, destacándose una mayor diversidad de propuestas de enseñanza en los espacios curriculares vinculados a la Biología. En particular, Química es el único espacio curricular en el que no se proponen actividades vinculadas a la sub-capacidad **identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones**, siendo esta fundamental para la comprensión de la disciplina.

A partir de los resultados obtenidos surgen como interrogantes cuáles fueron los motivos que llevaron a los docentes a adoptar estas estrategias. Quizás la falta de recursos tecnológicos y conectividad, las políticas educativas implementadas, las normativas que fueron regulando estas acciones a lo largo del ASPO, incidieron en la toma de decisiones respecto a cómo enseñar ciencias en este contexto.

Urge generar instancias de formación docente continua, que aborden esta problemática, para comenzar a reflexionar sobre lo actuado y proponer mejoras para el futuro. Evaluar los puntos de partida de los estudiantes luego de estos dos años y favorecer nuevas formas de abordaje para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales. Como así también, el desarrollo de las capacidades vinculadas a la competencia científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz Bravo, A. (2012) Competencias metacientíficas escolares dentro de la formación del profesorado de ciencias. En Badillo, E., García, L., Marbá, A. y Briceño, M. (Coords.). *El desarrollo de competencias en la clase de ciencias y matemáticas*, 43-67. Universidad de Los Andes.
- Anijovich, R. y Mora, S. (2010) *Estrategias de enseñanza. Otra mirada del quehacer en el aula*. AIQUE Educación.
- Anijovich, R. (2020) *¿Cómo sabemos que nuestros estudiantes están aprendiendo?* Ciclo de Conferencias 2020. Profesorado Instituto del Rosario. [Archivo de video] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=JQ-OycDX1O4>
- Busquets, T., Silva M. y Larrosa, P. (2016) Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos*, 42 (Especial), 117-135. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/estped/v42nespecial/art10.pdf>
- Castro, A. y Ramírez, R. (2013). Enseñanza de las Ciencias Naturales para el desarrollo de competencias. *Amazonia Investiga*, 2(3), 30-53. <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/download/646/607/>
- Decreto de Necesidad de Urgencia 260-APN de 2020 [Presidencia de la Nación Argentina]. Por el cual el Presidente de la Nación Argentina establece

emergencia sanitaria en la Nación Argentina a causa de _Coronavirus (COVID-19). 12 de marzo del 2020.

- Dussel, I. y Terigi, F. (2020). Mesa panel *El desafío político de continuar enseñando con sentido inclusivo. Las prácticas en contextos de distanciamiento*. Jornadas de Formación Docente. [Archivo de video] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=pZYGWi7nHQM>
- Furman, M. (2020). *Aprender en casa en tiempos de coronavirus*. Universidad de San Andrés. 30 de marzo de 2020. [Archivo de video] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=YK7FStaER7w>
- García Hernández, I. y De la Cruz Blanco, G. (2014). Las guías didácticas: recursos necesarios para el aprendizaje autónomo. *EDUCENTRO*, 6(3), 162-175. <http://www.revedumecentro.sld.cu/index.php/edumc/article/view/378>
- García Arterio, L. (2014) La Guía Didáctica. *Contextos Universitarios Medios*, 14(5), 1-8. ISSN: 2340-552X.
- Gellon, G., Rosenvasser Feher, E., Furman, M. y Golombek, D. (2018). *La Ciencia en el Aula*. Siglo XXI.
- Gutiérrez Tapias, M. (2018). Estilos de aprendizaje, estrategias para enseñar. Su relación con el desarrollo emocional y "Aprender a aprender". *Tendencias Pedagógicas*, 31, 83-96. <https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/tp2018.31.004>
- OCDE (2017) *Marco de evaluación y Análisis de PISA para el desarrollo: Lectura, Matemáticas y Ciencias*. [Versión preliminar]. OECD. <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework%20PRELIMINARY%20version%20SPANISH.pdf>
- Pimienta Prieto, J. (2012) *Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia Universitaria basada en competencia*. Pearson Educación.
- Resolución 108-APN-ME de 2020. [Ministerio de Educación de la Nación Argentina]. Por la cual se establece la Suspensión de clases presenciales en todos los niveles. 15 de marzo de 2020.
- Resolución 631-ME de 2020. [Ministerio de Educación de la Provincia de San Juan]. Por la cual el Ministerio de Educación de la provincia, habilita las Guías Pedagógicas para la Formación General y Científico-Tecnológica de la provincia. 16 de marzo del 2020.

ANEXO

Tabla 1. Capacidad Explicar fenómenos científicamente, sub-capacidades y su vinculación con las actividades propuestas por los docentes.

Capacidad	Sub-capacidad	Actividades	
Explicar Fenómenos científicamente	Recordar y seleccionar conocimientos	Responde a interrogantes	
		Completa oraciones	
		Indica V o F (reconoce descripciones apropiadas)	
		Selecciona la opción correcta/une con flechas	
		Completa cuadro comparativo/realiza cuadro comparativo	
		Busca y Selecciona imágenes	
		Selecciona información adecuada de un texto/imagen dada	
		Completa crucigrama	
		Identifica partes en una imagen	
		Enumera pasos	
		Dibuja e identifica	
		Busca y selecciona información	
		Elabora conclusiones a partir de un video	
		Ejemplifica	
		Clasifica	
	Caracteriza		
	Compara imágenes		
	Completa esquema		
	Describe con sus palabras		
	Construye esquema		
	Fundamenta su respuesta		
	Relaciona		
	Diseña cuadro que describe		
	Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones	Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones	Identifica partes
			Dibuja perfiles

Innovación para la enseñanza de la Química

MECANISMOS SINCRÓNICOS, ASINCRÓNICOS Y EL USO DE LAS TIC EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA EN QUÍMICA GENERAL E INORGÁNICA PARA INGENIERÍA AGRONÓMICA

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

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

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

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

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

Recibido: 06/10/2021. Aceptado: 09/10/2022.

Resumen. Los procesos de enseñanza hoy en día, se ven modificados por la incorporación de diferentes mecanismos asincrónicos y sincrónicos disponibles, que incluyen la aplicación de diferentes herramientas digitales en el proceso de enseñanza. Esto implica la reorganización de la planificación áulica para contribuir a un proceso de aprendizaje significativo. El uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) permite administrar, distribuir y evaluar las actividades de formación no presencial, permitiendo fundamentalmente, una asincronía espacio-temporal entre los estudiantes y docentes. En la materia Química General e Inorgánica de primer año de la carrera de Ingeniería agronómica, se implementó una combinación de actividades sincrónicas, videoconferencias, y asincrónicas, tales como trabajos prácticos, foros, simulaciones, en función del tema a desarrollar y de las herramientas disponibles. Con el fin de que el estudiante consiga tener una visión de su progreso, se buscó aplicar una serie de recursos digitales alternativos, así como la creación de fuentes de motivación, diálogo y acompañamiento. Este modelo permitió analizar las trayectorias educativas de cada estudiante en un contexto virtual, al igual que indagar en sus dificultades y fortalezas.

Palabras clave. proceso de enseñanza, proceso de aprendizaje, actividades asincrónicas y sincrónicas, TIC.

Synchronous and asynchronous learning applied in general and inorganic chemistry for agronomic engineering

Abstract. The process learning today, be modified by incorporation the different asynchronous and ssynchronous mechanisms available, that include the application of different digital tools in the teaching process. This implies the reorganization of classroom planning to contribute to a meaningful learning process. The use of information and communication technologies (ICT) allows managing, distributing and evaluating non-face-to-face training activities, fundamentally allowing space-time asynchrony between students and teachers. In the General and Inorganic Chemistry subject of the first year of the Agronomic Engineering career a combination of synchronous activities, videoconferences, and asynchronous, such as practical development work, forums, simulations, depending on the topic to be developed and the available tolos. In order for the student to have a vision of their progress, a series of alternative



digital resources were applied as well as the creation of sources of motivation, dialogue and accompaniment. This model made it possible to analyze the educational trajectories of each student in a virtual context, as well as investigate their difficulties and strengths.

Key words. teaching process, learning process, asynchronous and synchronous activities, ICT.

FUNDAMENTACIÓN

El proceso de enseñanza implica que el docente organice la planificación en función de los diferentes métodos de enseñanza que existen, que se definen como el conjunto de técnicas y actividades aplicadas para lograr objetivos educativos (Alcoba González, 2012). El proceso de aprendizaje, aunque se encuentra vinculado al de enseñanza, corresponde a un mecanismo diferente. Implica que una persona adquiera destrezas, habilidades prácticas, incorpore nuevas estrategias de conocimiento, lo que conlleva a cambios estructurales cognitivos y actitudinales, que pueden producirse dentro y fuera del entorno educativo (Navarro, Marynoris y Matos, 2017). Los métodos de enseñanza tienen intenciones, perspectivas y se proyectan a resultados diferentes en comparación a los métodos de aprendizaje, por ello en la planificación, se deben analizar y organizar las herramientas y actividades a implementar.

En el contexto de pandemia, las universidades se vieron obligadas a reemplazar el aula presencial por la utilización de plataformas virtuales. De esta manera, la metodología pedagógica debió incluir actividades tanto de tipo sincrónicas como asincrónicas, que involucran la tecnología y su optimización. El proceso de enseñanza virtual, implica la búsqueda de diversos mecanismos que permitan al alumno, la comprensión e incorporación de los conceptos básicos de química y la motivación para su proceso de aprendizaje. En el proceso de construcción, los saberes previos son modificados, se amplía la red de conocimientos y se logran nuevas relaciones entre ellos, lo que permite que el objeto de estudio sea asimilado y adquiera sentido para el sujeto (Sangrà, Guardia, Mas y Girona, 2005).

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se definen como el conjunto de herramientas afines con la transmisión, creación, procesamiento y almacenamiento digitalizado de la información, con la capacidad de transformarse en conocimiento (Granda Asencio, Espinoza Freire y Mayon Espinoza, 2019). Los recursos disponibles de animación, audio, imagen, texto, video y ejercicios interactivos que ofrecen las TIC, permiten la comprensión multimedia aumentando el interés de los alumnos, complementando así, a los contenidos (Granda Asencio, Espinoza Freire y Mayon Espinoza, 2019). Entre las ventajas que tiene el buen uso de las TIC, podemos mencionar, desde el punto de vista del aprendizaje: disminuir los límites del tiempo y espacio de formación, facilitar el acceso a la información y disposición de variedad de recursos para fomentar la autoformación. Mientras que desde el enfoque de la enseñanza permite favorecer el seguimiento del progreso del estudiante, evaluar el aprendizaje de forma continua y analizar la efectividad del curso, dar sostén a la formación presencial e incluso, promover la educación en línea y el aprendizaje semipresencial. Los docentes de este siglo, deben adaptarse al uso y manejo de las tecnologías para hacer más eficaz el proceso de enseñanza y de aprendizaje (Islas Torres, 2017).

Los mecanismos de enseñanza y aprendizaje en entornos virtuales de formato sincrónico y asincrónico, mediante el uso de las TIC, son un modelo basado en la relación entre la actividad mental constructiva del alumno que aprende, porque reelabora el contenido a partir de su estructura cognitiva, la ayuda sostenida y continuada del que enseña y el contenido que es objeto de enseñanza y aprendizaje. Estos mecanismos implican la comunicación incluyendo el uso de las TIC, a través de videoconferencias sincrónicas o de forma no simultánea, mediante videos y recursos educativos previamente proporcionados por los docentes, que permiten administrar, distribuir, controlar y evaluar las actividades de forma no presencial (Rodríguez Matla, Gómez Castro, López Domínguez y Hernández Velásquez, 2014). De esta manera, se busca lograr una asincronía espacio-temporal entre los estudiantes y docentes en línea y en menor medida, una sincronía temporal. Esta metodología debe estar acompañada de un diseño del material de aprendizaje estructurado de manera lógica y psicológica, entendiendo que el proceso de aprendizaje abordado desde la psicología comprende los procedimientos que un individuo realiza para procesar e incorporar un determinado contenido o parte de él, y que resulte significativo para dicha persona (Navarro, Marynoris y Matos, 2017). Esto es necesario para poder asegurarnos que el alumno comprende el material, se adapta a la nueva situación de aprendizaje y en consecuencia aprende desde la construcción del conocimiento adquirido.

En este contexto, es relevante la elaboración de un espacio virtual adecuado para lograr que el estudiante se apropie de los recursos disponibles para que le sean de utilidad en el proceso de aprendizaje. Este espacio es denominado aula virtual, que permite la interacción de los estudiantes con el docente, entre estudiantes y con los recursos disponibles del contenido estructural de la materia. Es por ello que este sitio, debe incorporar herramientas de comunicación necesarias para la interrelación entre los participantes durante el proceso de enseñanza, así como la disponibilidad de recursos que permitan un modelo asincrónico, dando respuesta a la situación y a las necesidades de todos los usuarios, quienes tendrán la posibilidad de formarse independientemente del lugar y momento en que se encuentren (Sangrà, Guardia, Mas y Girona, 2005).

El distanciamiento social provocó en educación, el impulso hacia dispositivos de Enseñanza Remota de Emergencia (ERE), que se basan en una propuesta temporal y tienen el objetivo de garantizar la continuidad pedagógica, pero que no corresponden a una planificación de educación a distancia. En este contexto es que surge el Modelo de Laboratorio Extendido (LE) que conforma el uso de diferentes estrategias y dispositivos con fines académicos, para realizar actividades experimentales en la educación digital, atendiendo a la necesidad de subsanar las actividades experimentales presenciales consideradas centrales en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, debido a que permiten la formación en aprendizajes procedimentales, actitudinales y conceptuales. Entre las propuestas del LE podemos mencionar las Actividades Experimentales Simples (AES) o Laboratorios Caseros y Simulaciones (S). Las AES conforman actividades de sencilla aplicación y elevada seguridad, pero no por ello menos relevante, posibles de llevarse a cabo sin requerimiento de equipamiento o laboratorio,

pero que involucran el potencial desarrollo procedimental. Por su parte, las simulaciones son programas en red, que permiten visualizar y manipular experiencias en formato digital, que se relacionan en general a modelizaciones de tipo abstracta o involucran experiencias que requieren equipamiento de no tan fácil acceso (Idoyaga, Vargas-Badilla, Moya, Montero-Miranda y Garro-Mora, 2020).

El objetivo de este trabajo, es dar a conocer las diferentes estrategias implementadas en el proceso de enseñanza en la materia química general e inorgánica para ingeniería agronómica, que involucran mecanismos sincrónicos y asincrónicos, incluyendo el uso de las TIC, con el fin de que el estudiante sea capaz de evaluar su progreso y tomar decisiones con respecto a los resultados, dentro del marco de una metodología de modalidad virtual en tiempos de pandemia.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Para el desarrollo de las clases, fueron implementadas las diferentes herramientas de las TIC. Esta diversidad de recursos facilitó la planificación de actividades a distancia, mediante el uso de la plataforma Moodle, cuya denominación en la universidad es Plataforma de Educación a Distancia del Comahue (PEDCO), la cual permite la creación de contenidos de diferente formato, actividades individuales y grupales. En el desarrollo de las actividades se aplicaron métodos de trabajo colaborativo en grupos, realización de actividades experimentales simples (AES), uso de simulaciones y abordaje de temáticas de interés agronómicos a partir de textos informativos, con el objetivo de motivar al debate, despertar el interés por la química y dar conocimiento sobre su aplicación en su futura carrera laboral.

El acceso a la plataforma fue posible a través de computadoras portátiles, así como en los dispositivos móviles de cada estudiante, permitiendo la asociación de la nueva información (ventanas del aula virtual) con la que ya poseen y usan con gran destreza (aplicaciones del celular: WhatsApp, Instagram, YouTube, Facebook, etc.) (Figura 1.B). A su vez, se organizó un grupo de Whatsapp de la cátedra y los estudiantes, con reglas preestablecidas, que permitiera una comunicación más inmediata y fluida sobre cuestiones del cursado, que junto con el uso del correo electrónico fueron mecanismos incorporados con el objetivo de lograr una interacción en un marco de confianza, considerando las dificultades aparejadas al distanciamiento social.

El aula virtual (Figura 1.A) se ordenó mediante ventanas de acceso a cada unidad de forma individual, identificadas mediante imágenes representativas del tema; en cada una de ellas, se cargaron todos los recursos utilizados en las diferentes modalidades: los videos de cada clase teórica sincrónica, las diapositivas con las notas al pie de las mismas en formato PDF, las guías teórico-prácticas a desarrollar por el estudiante y posteriormente, sus respectivas resoluciones, capítulos de libros recomendados, como así también todas las actividades propuestas, ya sea de carácter obligatorio u optativo: trabajos prácticos de laboratorio domiciliarios (correspondiente a las AES), autoevaluaciones y trabajos prácticos evaluativos a desarrollo.

Para el desarrollo de las clases teóricas y prácticas, se implementó la herramienta disponible en la plataforma de videoconferencia sincrónica, denominada BigBlueButton (BBB), que permitió la interacción a distancia de manera directa entre el docente y los estudiantes, así como entre pares, y su posible grabación, quedando de esta manera disponible en el aula virtual para el acceso de aquellas personas que no conseguían participar en forma sincrónica debido a cuestiones laborales y/o familiares.



Figura 1. A) Imagen de sección del aula virtual, utilizada en la materia de química general e inorgánica. B) Imagen de la pantalla del celular con carpetas que contiene las aplicaciones.

Para llevar a cabo las actividades evaluativas, se hizo uso de cuestionarios de diferente formato disponibles en la plataforma: múltiple opción, verdadero o falso, emparejamiento, entre otros, tanto para las autoevaluaciones, de carácter optativo, como para los parciales, obligatorios y sumativos. Las primeras fueron implementadas de forma asincrónica, con el objetivo de que el alumno pueda realizarlas en función de sus tiempos de aprendizaje, mientras que los parciales fueron programados en un horario establecido, pero desarrollados sin conectarse en forma simultánea con los profesores. Además, se llevaron a cabo trabajos prácticos (TP) obligatorios y evaluativos, desarrollados por el estudiante de forma individual y asincrónica, basados en ejercicios prácticos de la materia. Los mismos, se entregaban a través de la herramienta *Tarea* disponible en aula virtual y cuyas correcciones podían observarse a partir de los comentarios al margen expuestas por el docente.

El programa de asignatura Química General e Inorgánica de la carrera Ingeniería Agronómica, posee los siguientes contenidos mínimos: *estructura electrónica de los átomos, Tabla periódica, Enlace químico, Estructuras de Lewis, Geometría molecular (TRPECV) y TEV, Nomenclatura de compuestos inorgánicos, Reacciones químicas, Estequiometría, Soluciones, Equilibrio químico e iónico, Termoquímica, cinética química*. Con el objetivo de despertar el interés en los estudiantes, el abordaje de los contenidos fue desde un enfoque más aplicado a la agronomía, dando a conocer las posibles herramientas que aporta el conocimiento de los principios básicos de la

química, en relación con su futuro desarrollo profesional desde una metodología articulada entre ambas áreas. Realizar un trabajo interdisciplinario en educación, permite el análisis más global de las situaciones que puedan llegar a afrontar los estudiantes en su futuro desempeño profesional. De esta manera, se buscó el desarrollo de competencias durante su formación, que le permitan intervenir en la toma de decisiones tanto en el campo laboral como en cuestiones de interés social.

En función de esto, la cátedra realizó una exposición introductoria denominada "La relación de la agronomía con la química" para visualizar las relaciones entre los contenidos teóricos con temáticas específicas de interés agronómico y la necesidad de capacitarse en ciencia y tecnología para conseguir un perfil profesional adecuado en función de los avances científicos existentes en el área. Se trabajó con interpretación y conexión con la química de diferentes publicaciones y artículos de interés agronómico. Entre los temas abordados, es posible mencionar los sistemas acuosos salinos naturales, laguna de Mar Chiquita, en la provincia de Córdoba y el Mar Muerto en Israel, por un lado, y en relación al calentamiento global por otro. De esta manera, se lograron relacionar con los conceptos de soluciones, solubilidad, expresiones de concentración en el primer caso, y en el segundo con la termodinámica y la preservación del ambiente, los gases de efecto invernadero, la lluvia ácida y el concepto de pH (Atkins y Jones, 2006; Esteves, Sanchez y Riquelme, 2020). A partir de dichos textos, fueron abordadas diferentes habilidades cognitivas tales como comprensión de textos, vocabulario específico e identificación de similitudes y diferencias.

El abordaje interdisciplinario tuvo sus inicios en el curso de ingreso, donde se trabajó con docentes de las asignaturas del primer año de la carrera. Se inició con la presentación de un problema, posible de encontrar en la vida profesional del ingeniero agrónomo, que debía ser abordado con diferentes enfoques, desde las múltiples disciplinas en cuestión. El tema del problema fue la construcción de un vivero municipal en conjunto con los pequeños productores de la zona, para lo cual se requería los conocimientos de los ingenieros agrónomos egresados de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCo). Atendiendo a la problemática en cuestión, desde la química se abordó el concepto de *suelo* como sistema material. Desde este enfoque, se estudió como un sistema heterogéneo, compuesto por tres fases, y que a su vez las mismas podían ser estudiadas por separado: la composición de la fase sólida, en arena, limo y arcilla, así como las sales minerales presentes en el medio acuoso. Entre las actividades en la modalidad virtual propuestas, se implementó el desarrollo de laboratorios extendidos (LE), basados en AES. Las experiencias consistieron en proceso de tamización, ensayo de sedimentación, detección cualitativa de presencia de materia orgánica, carbonato de calcio y pH de una suspensión de suelo, así como el ensayo del Efecto Tyndall en coloides y suspensiones de suelos. Por otro lado, se presentaron datos experimentales a partir de los cuales los estudiantes debían indagar y determinar el porcentaje de humedad de distintas muestras de suelo. A partir de una plantilla de informe proporcionada por la cátedra, los estudiantes presentaron sus resultados y conclusiones en base a los fenómenos experimentales observados.

Durante el desarrollo del cursado, se incorporaron AES en dos instancias en el marco de trabajos prácticos de laboratorio domiciliarios. El primero de ellos, abarcó los temas de reacciones químicas, de óxido – reducción y de descomposición con materiales de fácil adquisición en el hogar, mientras que, por otro lado, se analizó el fenómeno de ósmosis, utilizando un huevo en distintos medios hiper e hipotónicos. Estas fueron combinadas, además, con actividades que implicaban la visualización de videos; uno de ellos mostraba la preparación de una solución, y el otro, diferentes reacciones químicas.

En el segundo laboratorio domiciliario, fueron abordados los temas de: fuerzas intermoleculares y propiedades de los líquidos, mediante la *lámpara de lava*, analizando la tensión superficial del agua y el *arco iris líquido*, que involucraba sustancias con diferentes densidades, cinética química, a partir del análisis de diferentes factores que afectan la velocidad de reacción con el uso de pastillas efervescentes, y el tema de equilibrio iónico, utilizando extracto de repollo para la determinación del pH de sustancias de uso cotidiano. Una vez finalizada cada una de las actividades experimentales desarrolladas en forma individual, debían presentar un informe que incluyera introducción, objetivos, materiales, resultados y conclusiones.

Otro de los recursos implementados, fue la utilización de las simulaciones en ciertas unidades de la materia. Fueron efectuados en los temas de termoquímica y cinética química. En el primer caso, se trabajó con el simulador disponible en la web: <https://www.educaplus.org/game/calorimetria>, sobre la determinación del calor específico de un material desconocido, a partir de la utilización de un sistema calorímetro (Figura 2.B). El desarrollo de la actividad consistió en presentar un código QR en pantalla durante la clase sincrónica, que los trasladaría hacia la simulación. A continuación, debían realizar los cálculos correspondientes a la determinación del calor específico, a partir de los valores de masa y temperatura iniciales de la sustancia en cuestión y del agua en contacto con ella, así como de la medición de la temperatura en equilibrio. La simulación se mantuvo disponible en el aula virtual, para ser utilizada en forma libre y opcional por los estudiantes de manera asincrónica.

Por otro lado, se realizó la práctica de cinética química a partir de la simulación: <https://labovirtual.blogspot.com/2010/12/cinetica-quimica.html> (Figura 2.B). En dicha simulación, inicialmente se selecciona el mecanismo de reacción, que implica los diferentes tipos de reacciones posibles, y luego se presenta una serie de consignas en las cuales se solicita la medición del tiempo de reacción, variando las concentraciones de cada reactivo). Los estudiantes debían registrar los datos en un archivo Excel y realizar las diferentes gráficas para la determinación del orden parcial de reacción correspondiente a cada reactivo.



Figura 2. A) Simulador de calorimetría. B) Simulador de cinética química

Al finalizar el cursado, los estudiantes respondieron una breve encuesta que tuvo como objetivo contribuir a mejorar la práctica docente y así obtener mejores resultados en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se les consultó acerca del acceso a la información necesaria por parte de la cátedra sobre programa, planificación y cronograma, así como el régimen de cursado, el desarrollo de los contenidos, si fueron actualizados, prácticos, interesantes y claros, la pertinencia de los recursos implementados, la organización del aula virtual, las dificultades asociadas al acceso a las clases y plataforma, sobre el grado de acompañamiento docente y modalidad del cursado.

RESULTADOS

El desarrollo de clases sincrónicas mediante videoconferencia (BBB), permitió la comunicación en tiempo real con los estudiantes, momento en el cual podían participar en forma activa en la clase y lograban manifestar sus dudas y dificultades, tanto académicas como organizativas, para ser rápidamente salvadas por la intervención del docente. En este proceso de actividades conjuntas, se vieron beneficiados ambos autores, alumnos y profesor, desde el punto de vista de aprender y enseñar por medio de la interacción mediante el diálogo. Por otro lado, los estudiantes expusieron que fue posible el acceso a toda la información necesaria de la materia, gracias a la disponibilidad de todo el material y recursos en el aula virtual, a partir de sus diferentes presentaciones y formatos.

La aplicación de Whatsapp sirvió para tener una mejor comunicación grupal, creando un espacio de pertenencia común con un mismo objetivo. Este medio de comunicación facilitó la resolución con inmediatez de diferentes cuestiones además de lograr la cercanía comunicativa entre todos los participantes del curso, ya sea alumno-alumno tanto como alumno-profesor. Esto intentó compensar parcialmente, la interacción que tenían los alumnos en el aula presencial.

En base a los resultados de la encuesta realizada, los estudiantes manifestaron que la implementación de los TP evaluativos y las autoevaluaciones, sirvieron a modo de práctica previa al parcial, para tener referencia sobre el formato y tiempos de desarrollo de las consignas correspondientes al examen. Estas instancias permitieron a cada estudiante, obtener una visión de su progreso y tomar decisiones en función de los

resultados. Facilitaron el desempeño en los contenidos, teniendo presente que, a partir de su desarrollo escrito, pudieron dar cuenta de sus dificultades y fortalezas en las habilidades cognitivas, tales como la descripción, justificación, explicación y desarrollo de cálculos, ya que, en el caso de presentar errores en la primera instancia, podían ser reforzados en el recuperatorio.

Por un lado, fueron corregidos cada uno de los TP evaluativos en forma individual y con comentarios específicos, orientados a la revisión de los contenidos. A su vez, se llevaron a cabo las correcciones de los mismos en las clases virtuales magistrales, lo que le brindó herramientas a la hora de realizar los respectivos recuperatorios. Este tipo de actividades permitió, además, realizar un seguimiento por parte de la cátedra del avance de los alumnos, en la construcción del conocimiento y en el proceso de aprendizaje (Figura 3). Se logró hacer una indagación acerca de las dificultades académicas, tecnológicas y organizativas que presentaba el grupo de estudiantes, buscando formas de revertir dicha situación y obtener resultados favorables.

La implementación de las AES dio cuenta del desarrollo de contenidos procedimentales y actitudinales de los estudiantes a partir de la presentación de los respectivos informes. Estos informes fueron devueltos para su corrección tantas veces como era necesario, hasta que lograran el objetivo de cumplir con las condiciones de formato, así como lograr relacionar adecuadamente los resultados obtenidos con la fundamentación teórica (Figura 4).

En función de los resultados de las encuestas, se obtuvo una respuesta más favorable con respecto a la implementación de los videos de las clases grabadas y los facilitados de páginas como Youtube (alrededor del 57% y 48% respectivamente), en comparación con las clases sincrónicas (35%).

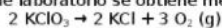
Por su parte, en relación a las preguntas asociadas al grado de participación sincrónica de las clases, se obtuvo como respuesta que un 48% logró participar sin dificultades, un 28% debía compartir los dispositivos electrónicos con sus familiares mientras que un 5% no contaba con dichas herramientas; alrededor del 5% trabajaba durante el horario de clase y un 19% aproximadamente presentó dificultades asociadas al acceso a internet.

Si bien las clases no fueron obligatorias, se llevó un registro de la asistencia de los alumnos a las clases virtuales, para lograr tener un seguimiento de su progreso y su desempeño en el desarrollo de los TP evaluativos, informes de las AES y parciales.

La puesta en marcha de los trabajos evaluativos y autoevaluaciones dieron lugar que se enfrentaran a un simulacro de situación de examen, lo que requería la organización del tiempo y permitió familiarizarse con los nuevos recursos digitales de evaluación. Por su parte, el uso de los simuladores evidenció la capacidad de los estudiantes de conectar los temas teóricos con aquellos experimentales y prácticos, lo que se vio reflejado en los resultados de los parciales, en los temas que estaban implicados dichas herramientas.

Modalidad de resolución: Todos los puntos del TP deben ser resueltos en cada ejercicio, utilizando un formato de letra diferente para identificar la resolución (tipo de letra, color...). Entregar en **formato pdf**.

1) Industrialmente, el oxígeno se extrae del aire, pero en las prácticas de laboratorio se obtiene mediante la reacción:



- a) ¿Cuál o cuáles son los reactivos?
El reactivo es el KClO_3
- b) ¿Cuál o cuáles son los productos?
Los productos son KCl y O_2
- c) ¿Qué indica el número que está delante del cloruro de potasio?
Indica que se obtienen 2 moles de KCl de esta reacción
- d) ¿Qué significa la (g) que está al lado del oxígeno?
Que el oxígeno está en estado gaseoso
- e) ¿Qué indica el subíndice en el oxígeno?
Indican la cantidad de átomos del oxígeno en ese momento, es 2 porque así se escribe el oxígeno en estado elemental.
- f) ¿De qué tipo de reacción química se trata?
Se trata de una reacción de descomposición

2) Verifica si las siguientes reacciones químicas cumplen o no con la ley de la conservación de la masa:

Sí/No y justifique si no:

a) $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgO} + \text{H}_2$	Sí.
b) $\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3$	No. $\text{FeCl}_2 + 2\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$
c) $\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$	Sí.
d) $\text{C}_3\text{H}_8 + 3 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$	No. $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

Figura 3. Ejemplo de trabajo práctico evaluativo desarrollado por estudiantes en la plataforma, y sus correcciones correspondientes.



➤ Conclusiones

las pastillas efervescentes están compuesta la mayoría por bicarbonato de sodio y ácido orgánico; en contacto con el agua el carbonato de calcio se divide en iones, el ion hidrogenocarbonato con el ácido orgánico, por ejemplo ácido cítrico ya que el ácido carbónico en muy acuoso, automáticamente el bicarbonato, va a reaccionar generando dióxido de carbono que lo va a liberar a la atmósfera.

La conclusión de este experimento, es que cuando colocamos la bocha de bicarbonato de sodio en el medio ácido obtenido por el agregado de vinagre comienza a hacer una reacción de neutralización. Generando, la misma reacción ocurre en las pastillas Coreas efervescentes.

Figura 4. Ejemplo de trabajo presentado por los estudiantes, del TP de laboratorio domiciliario, y sus respectivas correcciones.

CONCLUSIONES

En función de la experiencia de clases virtuales en el transcurso de la pandemia del ciclo 2020, fue posible planificar las clases virtuales implementando diferentes metodologías de la enseñanza y recursos digitales, incluyendo las distintas formas de comunicación e interacción virtual con los estudiantes.

Debemos destacar la importancia de la interacción y la comunicación del docente con los estudiantes, y entre ellos mismos, ya sea de manera sincrónica como asincrónica, ya que consideramos que fue relevante para la adaptación del alumno a la nueva situación de aprendizaje virtual.

La elaboración de materiales diversos, con combinación de actividades simultáneas y asincrónicas, videoconferencias, uso de simuladores y AES, permitió analizar las trayectorias educativas de cada estudiante e indagar en sus dificultades, en el marco de enseñanza virtual.

La implementación de los TP evaluativos ha desarrollado y sus respectivos recuperatorios, propiciaron al perfeccionamiento del vocabulario específico en química en base al tipo de escritura y la utilización de simbología, contenidos que requieren de un continuo proceso de asimilación e interpretación por su elevado grado de abstracción.

La preferencia por las clases grabadas y videos explicativos ante las clases sincrónicas puede estar relacionado con las dificultades de acceso sincrónico, teniendo en cuenta que alrededor del 53 % debía compartir sus dispositivos electrónicos con familiares, tenía superposición de horarios laborales, no contaba con acceso a redes de wifi o este era restringido.

Se observó que aquellos alumnos que lograron hacer uso de las TIC adecuadamente, se vieron favorecidos en su desarrollo académico. Lo que puede reflejarse en el desempeño de los trabajos a desarrollar, autoevaluaciones, informes de laboratorio y exámenes parciales.

Es posible afirmar que las tecnologías muestran ventajas en relación con el aprendizaje, de las cuales podemos señalar, el interés y la motivación, una mayor interacción y continua actividad intelectual, desarrollo de la iniciativa, aprendizaje a partir de los errores, aprendizaje cooperativo, alto grado de interdisciplinariedad. Esto se vio reflejado en los estudiantes, quienes lograron construir su proceso de aprendizaje en diferentes tiempos (dentro del régimen cuatrimestral), gracias al acceso a múltiples recursos educativos y entornos de aprendizajes, así como a la personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se desarrollaron relacionando temas de interés agronómico con los contenidos de aprendizaje mínimos que son necesarios para la carrera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcoba González, J. (2012). La clasificación de los métodos de enseñanza en educación superior. *Contextos educativos*, 15, 93-106. <https://doi.org/10.18172/con.657>
- Atkins, P. W. y Jones, L. (2006). *Principios de química: los caminos del descubrimiento*. Ed. Médica Panamericana.
- Esteves, P. N., Sanchez, M. A. y Riquelme, D. H. (2020). Metodología de Enseñanza Dirigida en el Aula Virtual: Resultados de su Aplicación en Química General e Inorgánica. *Educación en la Química*, 26(2), 297-302. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/95>
- Granda Asencio, L. Y., Espinoza Freire, E. E. y Mayon Espinoza, S. E. (2019). Las TIC como herramientas didácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Conrado*, 15(66), 104-110. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/886>

- Idoyaga, I. J., Vargas-Badilla, L., Moya, C. N., Montero-Miranda, E. y Garro-Mora, A. L. (2020). El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo Universitario*, 1(2), 4-26. <https://campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/17>
- Islas Torres, C. (2017). La implicación de las TIC en la educación: Alcances, Limitaciones y Prospectiva. RIDE. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 8(15), 861-876. <https://doi.org/10.23913/ride.v8i15.324>
- Navarro, D., Marynoris, L. y Matos, S. (2017). Redefinición de los conceptos método de enseñanza y método de aprendizaje. *EduSol*, 17(60), 26-33.
- Sangrà, A., Guardia, L. Mas, X. y Girona, C. (2005). *Los materiales de aprendizaje en contextos educativos virtuales. Pautas para el diseño tecnopedagógico*. Editorial UOC.
- Rodríguez Matla, M. Y., Gómez Castro, G., López Domínguez, E. y Hernández Velásquez, Y. (5 a 7 de noviembre de 2014). *Diseño y Desarrollo de Servicios de Seguimiento y Reforzamiento del Aprendizaje con base en Moodle*. 7mo. Congreso Internacional en Ciencias Computacionales, Ensenada, Baja California, México.

Innovación para la enseñanza de la Química

MODELO INTERDISCIPLINARIO EN LAS CIENCIAS QUÍMICAS: SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN POLÍMERO DE COORDINACIÓN

Federico E. Aballay¹, María Cristina Almandoz², María Fernanda Castro¹, Germán E. Gomez¹

1 - Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Área de Química General e Inorgánica, Chacabuco y Pedernera, San Luis, Argentina.

2 - Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Área de Química Física, Chacabuco y Pedernera, San Luis, Argentina.

E-mail: germangomez1986@gmail.com

Recibido: 24/10/2021. Aceptado: 15/11/2022.

Resumen. En el presente trabajo reportamos un modelo interdisciplinario de enseñanza de la Química Inorgánica, Química Física y Microbiología mediante la síntesis y caracterización de un polímero de coordinación basado en bismuto y el ligando iminodiacetato (llamado desde ahora **Bi-2**) y posterior determinación de su solubilidad molar en agua para ser empleado como un inhibidor del crecimiento microbiano. La planificación experimental consistió en la enseñanza de técnicas de síntesis (solvothermal) y estudios en estado sólido (FTIR, DRX, TGA, DSC) que permitieron analizar la pureza del compuesto obtenido. Asimismo, se determinó la solubilidad en agua de **Bi-2** a 25°C mediante espectroscopía UV-visible y se constató cualitativamente su actividad antimicrobiana aplicándose en cultivos de *C. glabrata*.

Palabras clave. enseñanza de la química, caracterización, polímero, interdisciplinariedad.

Interdisciplinary model in chemical science teaching: synthesis and characterization of a coordination polymer

Abstract. The present work reports an interdisciplinary model of teaching in Inorganic Chemistry, Physical Chemistry and Microbiology through the synthesis and characterization of a coordination polymer (**Bi-2**) based on bismuth ion and iminodiacetic acid as ligand and further determination of its water molar solubility to be employed as microbial growth inhibitor. The experimental planification involved teaching of synthesis techniques (solvothermal route) as well as solid-state studies such as FTIR, DRX, TGA, DSC, that allowed us to analyze the purity of **Bi-2**. Finally, the aqueous solubility of **Bi-2** at 25°C was determined by means of UV-visible spectroscopy and its antimicrobial activity was qualitatively verified by applying it to *C. glabrata* cultures.

Key words. Chemistry teaching, characterization, polymer, interdisciplinarity.



INTRODUCCIÓN

La interdisciplinariedad aborda los objetos de estudio de modo integral promoviendo el desarrollo de los nuevos enfoques metodológicos para la solución de los problemas. Interconecta disciplinas y amplía de este modo las ventajas que cada una ofrece (De la Tejera Chillón y col., 2019). Un enfoque interdisciplinar toma como objeto de trabajo el estudio de problemas reales y contextualizados. En consecuencia, por un lado, este enfoque resulta próximo a los conocimientos e intereses de los estudiantes estimulando las vocaciones científicas para el estudio de la ciencia y de la tecnología y, por otro, es fundamental para la sociedad, puesto que los principales problemas a los que ésta se enfrenta no pueden ser resueltos por disciplinas independientes (Lorenzo, 2020).

Marcos-Merino, Gallego y Ochoa de Alda (2019) afirman que uno de los principales retos en la educación universitaria actual es la integración de los aspectos que incluyen Ciencia, Tecnología y Sociedad. La introducción de estas interrelaciones en la enseñanza de la Química requiere de un conocimiento científico transversal, que abarca desde los fundamentos científicos teórico-experimentales hasta los avances tecnológicos y su impacto en la sociedad. De esta manera, se hacen necesarias prácticas de enseñanza de las ciencias que adopten nuevos enfoques integradores, y que ofrezcan a los estudiantes experiencias en las que sea necesaria la aplicación de principios interdisciplinarios y los vincule a los problemas del mundo real. En tanto que, esta enseñanza será más efectiva si el estudiante es partícipe protagónico en la búsqueda de posibles soluciones, a través de la implementación de diferentes innovaciones educativas que se alejen de los modelos transmisivos tradicionales.

Es claro que, un trabajo cooperativo, colaborativo e interdisciplinario, junto el manejo de la información son aspectos esenciales para el desarrollo profesional del futuro egresado.

El presente trabajo fue diseñado a fin de ser incluido en una nueva actividad curricular que se ofrece en el Plan de Estudios de la carrera de la Licenciatura en Química (OCD N° 12/21) en el cuarto año, primer cuatrimestre, "*Métodos de Análisis y Caracterización de Productos Químicos*"; la cual, además, se brinda como curso optativo para otras carreras de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia (UNSL). Particularmente, el desarrollo y los resultados aquí mostrados surgieron de la actividad realizada con un estudiante de la Carrera Biología Molecular en el marco de una pasantía en investigación. Se estudió un nuevo Polímero de Coordinación (PC) desde su síntesis hasta una de sus potenciales aplicaciones.

Los PCs formados por la unión de iones metálicos y ligandos orgánicos polifuncionales (Figura 1), han sido foco de estudio debido a sus propiedades únicas en adsorción, óptica, captura y liberación de fármacos y catálisis heterogénea (Li y col., 2016). Con el advenimiento de la multirresistencia a antibióticos, muchos de ellos han sido estudiados por sus potenciales propiedades antimicrobianas (Gomez y col., 2018). Para ser usados como tal, se prefiere que sean solubles en agua.

Las experiencias aquí planteadas fueron: la síntesis del iminodiacetatoiminodiacetato monoácido bismuto (III) $[\text{Bi}(\text{IDA})(\text{IDAH})]$ (**Bi-2**), la determinación de su solubilidad y el análisis de su propiedad antimicrobiana frente a *C. glabrata*. El estudio de potenciales aplicaciones de materiales inorgánicos, permite a los estudiantes poder relacionar el análisis de la Química Inorgánica desde el punto de vista de la sistematización de la tabla periódica (Cotton y Wilkinson, 2001; Housecroft y Sharpe, 2006) con soluciones a problemáticas ambientales y/o relativas a la salud humana.

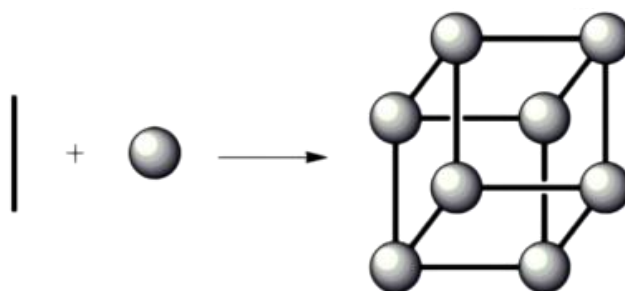


Figura 1. Esquema general de formación de PCs. Las barras oscuras representan a los ligandos, mientras que las esferas grises a los centros metálicos.

En el marco de esta propuesta se propusieron los siguientes objetivos enfocados en las capacidades que los estudiantes deberán desarrollar:

- Sintetizar un polímero de coordinación basado en bismuto y un ligando dicarboxílico.
- Caracterizar un sólido mediante un conjunto de técnicas en estado sólido.
- Determinar la solubilidad en agua a temperatura ambiente.
- Verificar las propiedades antimicrobianas seleccionando una cepa de interés para la salud humana.

Por otro lado, se establecieron propósitos de enseñanza desde la perspectiva docente:

- Integrar los saberes de las diferentes áreas de la Química para crear una metodología de aprendizaje experimental.
- Desarrollar un pensamiento crítico-reflexivo construyendo la ciudadanía en torno al cuidado de la salud relacionados con las herramientas aportadas por las diversas disciplinas de la Química.

METODOLOGÍA

Síntesis de $[\text{Bi}(\text{IDA})(\text{IDAH})]$ (Bi-2**):** El compuesto se obtuvo mezclando 0,2 milimoles (0,0267 g) de H_2IDA (ácido iminodiacético) y 0,1 milimoles (0,0486 g) de $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 1,5 mL de *N,N'*-dimetilformamida (DMF) y 0,5 mL de agua destilada. La mezcla fue homogeneizada durante 15 minutos con un buzo magnético para asegurar la total disolución de los reactivos. Al obtener una solución transparente, se calentó en un reactor Parr en una estufa de síntesis a 60°C durante 120 h (Figura 2). Transcurrido el tiempo, se

obtuvieron cristales de morfología tipo “roseta”, tal como se muestran en la Figura 3.

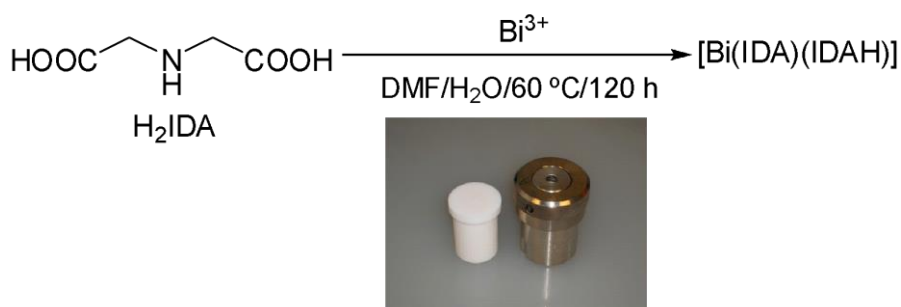


Figura 2. Esquema de la síntesis de **Bi-2**.

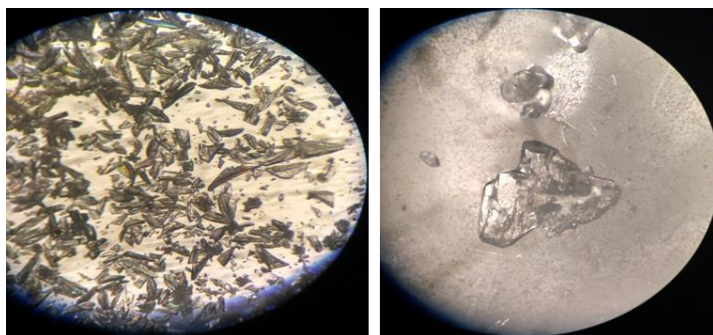


Figura 3. Morfología de los cristales de **Bi-2** observados a la lupa (10X).

Caracterizaciones en estado sólido y determinación de la solubilidad molar: La observación de los cristales se realizó mediante una lupa marca Olympus. Difracción de Rayos X de polvo (DRX): los difractogramas se registraron utilizando un difractómetro Rigaku ULTIMA IV usando radiación CuK α ($\lambda_1=1,54056$ Å, $\lambda_2=1,54439$ Å). El rango de 2θ fue de $3-50^\circ$ con una velocidad de 5° min^{-1} con un paso de $0,03^\circ$. Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR): los espectros FTIR se registraron mediante un espectrofotómetro Nicolet Protégé 460 en el rango $4000-225\text{ cm}^{-1}$. Análisis Térmico: el Análisis Termogravimétrico (TGA) se realizó en atmósfera de aire, con una velocidad de calentamiento de $10^\circ\text{C}/\text{min}$ en el rango de $25-800^\circ\text{C}$. Las medidas de Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) se efectuaron manteniendo las mismas condiciones de atmósfera y velocidad que las usadas en TGA. Dichos análisis se llevaron a cabo en equipos Shimadzu, TGA-51 y DSC-60, respectivamente. Espectroscopía UV: la curva espectral, calibración y medidas de absorbancia (A) se registraron en un espectrofotómetro Shimadzu 160A, en el rango $200-350\text{ nm}$. Para la obtención de la curva espectral y la calibración necesaria se prepararon soluciones acuosas de **Bi-2** de concentración conocida ($0,06-0,4\text{ mM}$). Para evaluar la actividad antimicrobiana se utilizó la técnica de la microgota en medio sólido. Para esto, se cultivó a *C. glabrata* mediante la técnica de césped o dispersión en medio YPD sólido agar. En una placa de Petri, se colocaron 20 mL del medio y en condiciones de esterilidad, se sembró una ansada del microorganismo previamente desarrollado. Se colocaron 100 μL de agua destilada y se

dispersó, con espátula de Drigalsky. Finalmente, se colocaron 20 μ L de suspensión del **Bi-2** (1mg mL⁻¹). La placa fue incubada a 30°C hasta el desarrollo del césped microbiano. Cada ensayo se realizó por duplicado. Este procedimiento se repitió utilizando los precursores como controles.

Descripción estructural: En la unidad asimétrica de **Bi-2**, se presenta un ión Bi³⁺ cristalográficamente independiente, y dos ligandos de iminodiacetato estructuralmente diferentes (IDA, iminodiacetato, e IDAH, iminodiacetato monoácido). Como se estudió anteriormente (Gomez y col., 2018), esta fase cristaliza en el sistema cristalográfico monoclinico C2/c con parámetros de celda a=18,337(5), b=12,223(3), c=10,707(3), $\alpha=90^\circ$, $\beta=104,479(9)^\circ$, $\gamma=90^\circ$. Estructuralmente el compuesto consiste en cadenas de dímeros de Bi³⁺ conectadas por ligando (IDA)²⁻ y (IDAH)⁻ a lo largo del eje c, tal como se muestra en la Figura 4.

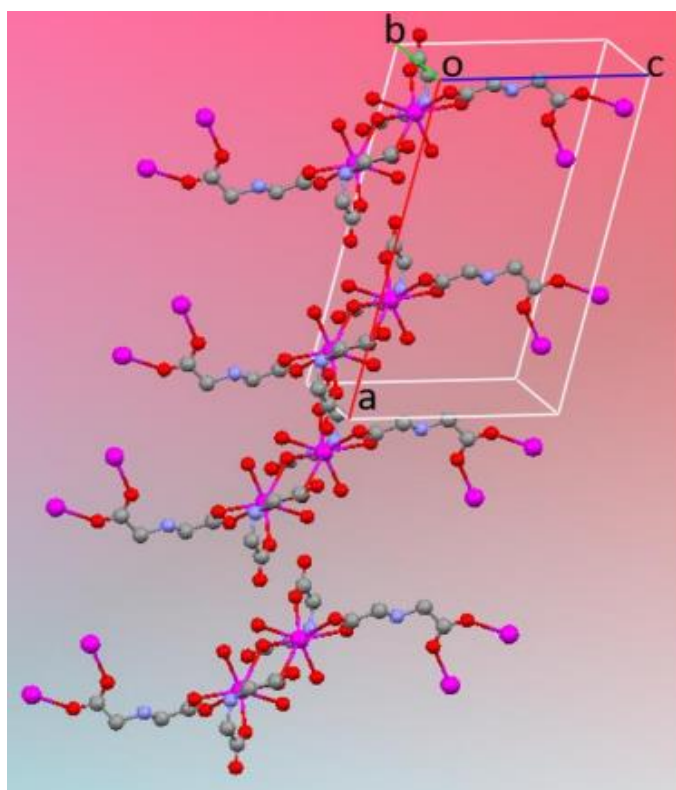


Figura 4. Cadenas de dímeros de Bi³⁺ a lo largo de la dirección c en **Bi-2**. (Referencia: las esferas de colores grises, azules, rojas y fucsias representan los átomos de C, N, O y Bi respectivamente).

RESULTADOS

DRX:

El estudio por DRX de polvos se llevó a cabo para analizar la pureza del producto (Figura 5). Como se muestra en Figura 5 se observa coincidencia total entre los picos de difracción del patrón experimental (trazo rojo) en comparación con el simulado (trazo negro). Además, no se evidencian señales adicionales provenientes de fases secundarias, por lo que se constata

por un lado la alta cristalinidad del material como así también la pureza del producto obtenido.

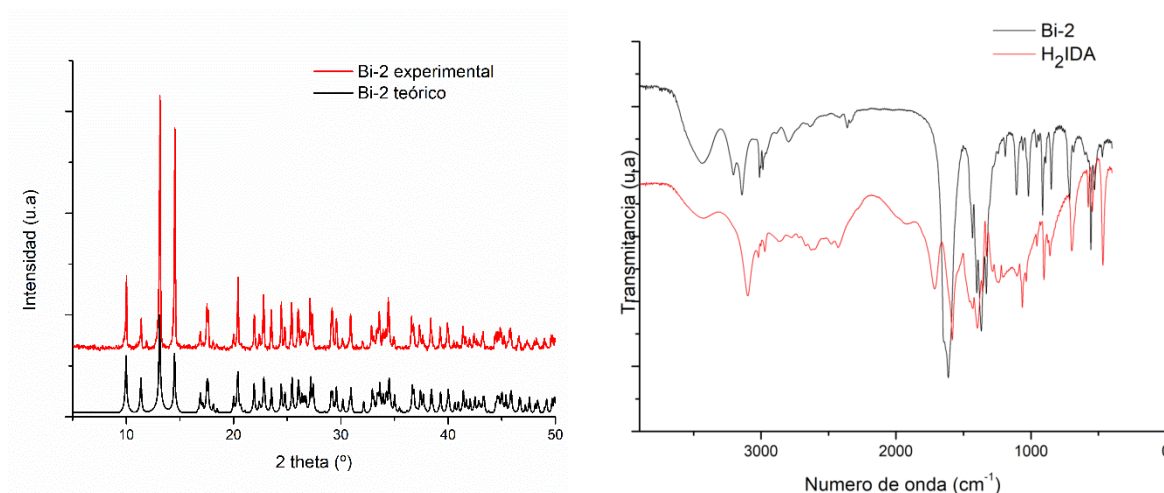


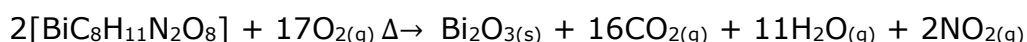
Figura 5. Izquierda: Patrón de DRX de **Bi-2** (línea roja) en comparación con el difractograma simulado (línea negra) de la estructura cristalina previamente obtenida (Gomez y col., 2018). Derecha: Espectros FTIR de **Bi-2** y del ácido iminodiacético.

FTIR:

Mediante FTIR se analizaron las principales bandas de absorción de los grupos funcionales presentes en la fase obtenida en comparación con el ácido iminodiacético (Figura 5). Se utilizó la técnica de la pastilla de KBr (Nakamoto, 2008). Los resultados experimentales muestran en ambos espectros la presencia de una banda ancha a 3400 cm^{-1} proveniente de estiramiento del grupo -OH de agua de humedad. Alrededor de 3100 cm^{-1} se detectan picos provenientes de los estiramientos -CH del ligando en **Bi-2**. Además, se puede constatar la completa desprotonación del ligando en sus formas $(\text{IDA})^{2-}$ ó $(\text{IDA})\text{H}^-$ debido a la aparición de bandas de los estiramientos asimétricos y simétricos del grupo carboxilato (1610 cm^{-1} y 1369 cm^{-1}) comparadas con las bandas de -COOH del ligando centradas en 1585 cm^{-1} y 1400 cm^{-1} (ver Figura 5). Asimismo, en el espectro de **Bi-2**, se evidencia la banda correspondiente al $\nu\text{Bi-O}$ (557 cm^{-1}).

TGA/DSC:

En la Figura 6 pueden observarse el diagrama termogravimétrico y calorimétrico de **Bi-2** en el rango de temperatura de $25\text{-}650^\circ\text{C}$. Los resultados del análisis TGA destacan la presencia de una meseta de estabilidad térmica hasta los 303°C . El diagrama de DSC evidencia la descomposición acompañada de un fuerte pico exotérmico a la misma temperatura, cuyo producto final de pirólisis es Bi_2O_3 . La reacción de pirólisis propuesta es la siguiente:



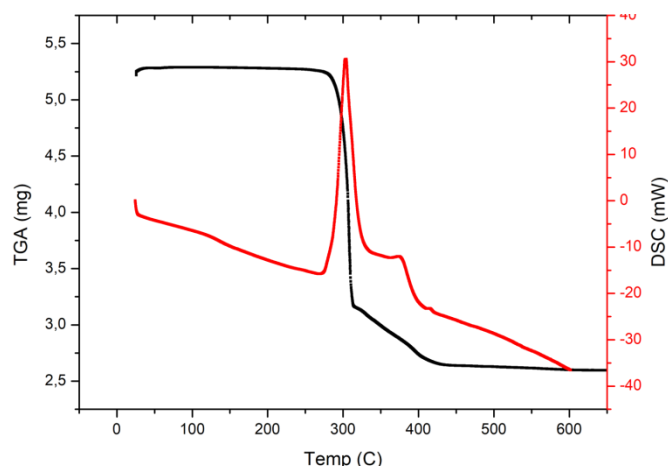


Figura 6. Curvas TGA (línea negra) y DSC (línea roja) de **Bi-2**.

Espectroscopía UV-visible y determinación de la solubilidad molar (S_M):

La curva espectral de la solución acuosa de **Bi-2** llevada a cabo en el rango de 200 a 350 nm, muestra un pico cuya longitud de onda en su máximo es $\lambda_{\max} = 236$ nm (Figura 7, izquierda). Con el objeto de cuantificar la solubilidad del reactivo sintetizado se obtuvo la curva de calibrado, para lo cual se determinaron las absorbancias de las soluciones preparadas en el rango de 0 – 0,40mM a la λ_{\max} . Posteriormente se graficaron los datos y se obtuvo una recta de regresión lineal cuyo coeficiente de correlación $R^2 = 0,999$ y su ecuación fue:

$$A = 5953,1 \cdot [\mathbf{Bi-2}]$$

De esta manera se construyó la curva de calibrado de acuerdo con la Ley de Lambert-Beer (Atkins, 2008) (Figura 7, derecha). La pendiente de la recta de ajuste corresponde a la absorptividad molar (ϵ) de **Bi-2** cuyo valor fue = $5953,1 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$.

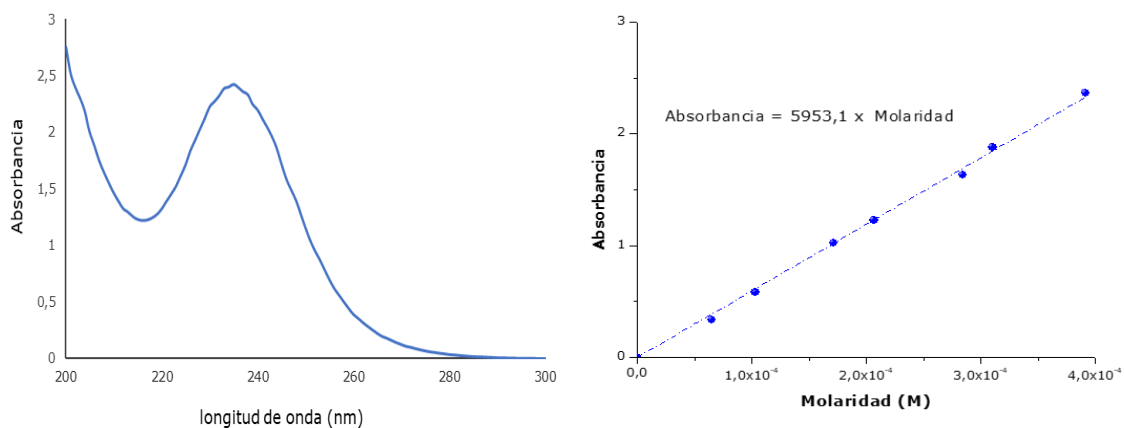


Figura 7. Curva de absorción UV-vis para la solución de **Bi-2** ($4 \cdot 10^{-4}$ M) (izquierda) y curva de calibrado (derecha).

Con la finalidad de determinar la S_M , se prepararon soluciones acuosas sobresaturadas de **Bi-2**, las cuales se llevaron a un agitador SI LabCompanion 300R durante 72 h a 25°C y agitación rotatoria de 100 rpm (Figura 8). Luego, se filtró el sobrenadante y se prepararon (por duplicado) las diluciones necesarias para la determinación de la concentración de **Bi-2** utilizando la curva de calibración previamente obtenida. Se determinó así la S_M arrojando un valor promedio de $1,36 \cdot 10^{-3} (\pm 7 \cdot 10^{-5})$ M.



Figura 8. Sistema de agitación empleado para la determinación de la S_M .

Dada la solubilidad del compuesto, se realizaron estudios para analizar la actividad antimicrobiana en medio sólido de **Bi-2** contra *C. glabrata* en comparación con los precursores H_2IDA y $Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$. Como se observa en la Figura 9, se generó un halo de inhibición en presencia del PC, mientras que la sal de Bi^{3+} y H_2IDA no presentaron actividad antimicrobiana. Estos resultados muestran, en forma cualitativa, la actividad antimicrobiana del compuesto sintetizado, revelando que son muy promisorios en sí mismos. Adicionalmente, la actividad antimicrobiana verificada amplía el espectro de estudios sobre las potenciales aplicaciones de **Bi-2**.

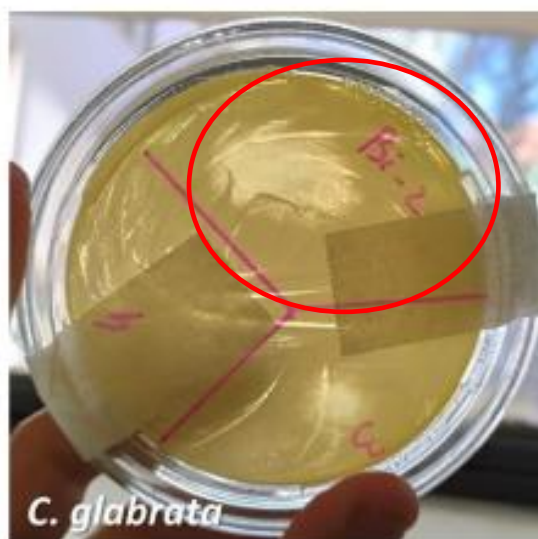


Figura 9. Actividad antimicrobiana de **Bi-2** en medio sólido (desarrollo del halo dentro del óvalo rojo).

CONCLUSIONES

Se sintetizó exitosamente un PC basado en Bi^{3+} y un ligando dicarboxílico que fue caracterizado por una gama de técnicas en estado sólido (DRX, FTIR, DSC y TGA). La espectroscopia UV-visible permitió, aplicando la Ley de Lambert-Beer, obtener la S_M en agua la cual fue de $1,36 \cdot 10^{-3}$ M. El valor de solubilidad de **Bi-2** posibilitó su empleo en la inhibición del crecimiento microbiano en medio acuoso. Por último, esta contribución ofrece un enfoque novedoso para abordar el estudio de sólidos inorgánicos, integrando conceptos de distintas disciplinas de la química, mejorando el proceso del aprendizaje de las ciencias químicas en el nivel superior hacia una ciencia contextualizada (Figura 10). Este abordaje sin dudas logra un aprendizaje significativo de contenidos curriculares específicos.

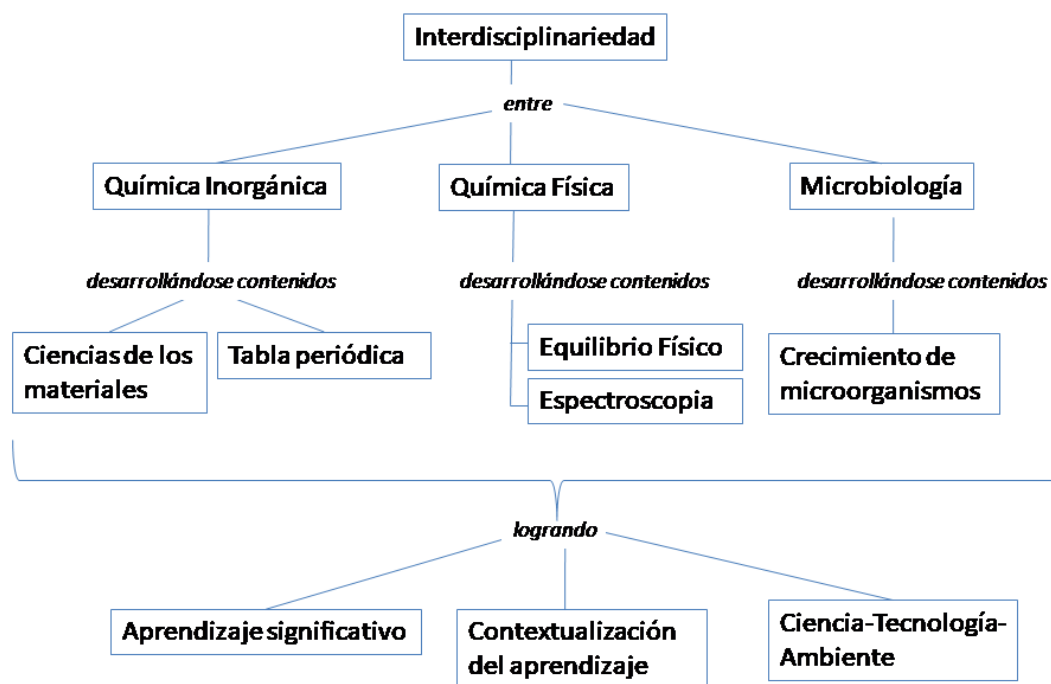


Figura 10. Mapa conceptual que resume los contenidos desarrollados en la propuesta como así también los logros alcanzados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Atkins, P. W. (2008). *Química Física*. (8^o Edición) Editorial Médica Panamericana.
- Cotton, F. A. y Wilkinson, G. (2001). *Química Inorgánica Avanzada*. (4^o edición) Editorial Limusa.
- De la Tejera Chillón, N., Cortés Sendón, C., Viñet Espinosa, L. M., Pavón de la Tejera, I. y de la Tejera Chillón, A. (2019). La interdisciplinariedad en el contexto universitario. *Rev. Panorama. Cuba y Salud*, 14(1) Especial, 58-61.
- Gomez, G. E., D'vries, R. F., Lionello, D. F., Aguirre-Díaz, L. M., Spinosa, M., Costa, C. S., Fuertes, M. C., Pizarro, R. A., Kaczmarek, A. M., Ellena, J., Rozes, L., Iglesias, M., Van Deun, R., Sanchez, C., Monge, M. A. y Soler-Illia, G., (2018). Exploring physical and chemical properties in new multifunctional indium-, bismuth-, and zinc-based 1D and 2D coordination polymers. *Dalton Transactions*, 47(6), 1808–1818. <https://doi.org/10.1039/C7DT04287F>
- Housecroft, C.E; Sharpe, A. G. (2006). *Química Inorgánica*. (2^o edición) Editorial Pearson.
- Li, B., Wen, H. M., Cui, Y., Zhou, W., Qian, G. y Chen, B. (2016). Emerging Multifunctional Metal-Organic Framework Materials. *Advanced materials*, 28(40), 8819–8860. <https://doi.org/10.1002/adma.201601133>

- Lorenzo, M. G. (2020). Abordaje interdisciplinar para la enseñanza de las ciencias y la actualización de profesores. Consejo de Formación en Educación; *Educación En Ciencias Biológicas*, 5 (1), 1-9. <https://doi.org/10.36861/RECB.5.1.2>
- Marcos-Merino, J. M., Gallego, R. E. y Ochoa de Alda, J. G. (2019). Extracción de ADN con material cotidiano: desarrollo de una estrategia interdisciplinar a partir de sus fundamentos científicos. *Educación química*, 30(1), 58-69. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.1.65732>
- Nakamoto, K. (2008). *Infrared and Raman spectra of inorganic and coordination compounds, part A: theory and applications in inorganic chemistry*. (6^o edición). John Wiley & Sons.

Innovación para la enseñanza de la Química

DETERMINACIÓN DE CO₂ EN UN DISEÑO EXPERIMENTAL. INTEGRACIÓN DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA EN LA UNIVERSIDAD

Andrés Raviolo

Universidad Nacional de Río Negro. Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias (LIDCIN). Bariloche.

Email: araviolo@unrn.edu.ar

Recibido: 24/08/2022. Aceptado: 09/01/2023.

Resumen. Se presentan los resultados de una experiencia didáctica llevada adelante por estudiantes de Química General de primer año de Licenciatura en Biología. En esta actividad se les solicita que analicen un artículo educativo que presenta un diseño experimental para la determinación de dióxido de carbono producido por muestras biológicas. Las y los estudiantes profundizan en los conceptos y procedimientos químicos involucrados en esta práctica de laboratorio de Biología General, aplicando lo aprendido en química. El objetivo es reflexionar sobre la integración entre ambas asignaturas; y en particular, sobre los aspectos comunes de las ciencias experimentales que deberían abordarse en forma conjunta con los mismos criterios y terminología. Se realiza un análisis cualitativo de los resultados obtenidos, en la que se discuten aspectos conceptuales y pedagógicos. Se rescata el valor de esta actividad, que puede ser planteada tanto por profesores de química como de biología, para consolidar aprendizajes. Se insta a mejorar la comunicación y búsqueda de acuerdos entre docentes de las distintas disciplinas.

Palabras claves. determinación de CO₂, biología, química, integración.

Determination of CO₂ in an experimental design. Integration of Biology and Chemistry in the University

Abstract. The results of a didactic experience carried out by General Chemistry students of the first year of the Bachelor's Degree in Biology are presented. In this activity they are asked to analyze an educational article that presents an experimental design for the determination of carbon dioxide produced by biological samples. The students delve into the chemical concepts and procedures involved in this General Biology laboratory practice, applying what they have learned in chemistry. The objective is to reflect on the integration between both subjects; and in particular, on the common aspects of the experimental sciences that should be addressed jointly with the same criteria and terminology. A qualitative analysis of the results obtained is carried out, in which conceptual and pedagogical aspects are discussed. The value of this activity is rescued, which can be raised by both chemistry and biology teachers, to consolidate learning. It is urged to improve communication and search for agreements between teachers of different disciplines.

Key words. determination of CO₂, biology, chemistry, integration.

INTRODUCCIÓN

En primer año de una carrera de ciencias naturales, como es el caso de una Licenciatura en Biología, las y los estudiantes cursan en simultáneo



materias de Biología, Química, Matemática e incluso Física. La articulación horizontal entre asignaturas del mismo año, tanto de nivel secundario como de universidad, es una acción deseable si está orientada a consolidar los aprendizajes de cada asignatura y a brindar una imagen unificadora de las ciencias experimentales.

En muchas ocasiones los mismos conceptos y procedimientos se abordan en las distintas disciplinas con diferencias de terminología y de enfoques, lo cual no promueve el aprendizaje significativo, que implica el establecimiento de relaciones del nuevo material con el conocimiento previo existente en la memoria de largo plazo. En particular, lo anterior es especialmente relevante en lo referido a la medición. A los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales relacionados a la medición; por ejemplo, el concepto de medida, errores de apreciación de los instrumentos, la selección adecuada de instrumentos, la expresión correcta de las medidas que trasluzcan el instrumento usado, el empleo de cifras significativas, el manejo de las mismas, las actitudes de persistencia y duda.

Izquierdo (2022) menciona que los programas de Biología y de Química muestran en su conjunto muchos desajustes, pero fundamentalmente la pérdida de una ocasión para tender puentes entre ambas disciplinas y, de esta manera, optimizar los recursos que disponemos para iniciar a las y los estudiantes en el conocimiento científico.

El artículo de Tognetti (2009) describe la experiencia didáctica realizada como trabajo práctico sobre respiración celular, llevado a cabo en la asignatura Biología General. En esta experiencia cada grupo de estudiantes formula preguntas del tipo: ¿las semillas secas tienen la misma capacidad respiratoria que las húmedas?, ¿en una porción de suelo quemado hay menos actividad respiratoria que en una de suelo sin quemar?, ¿respiran más las babosas que las lombrices? Formulan hipótesis y llevan adelante el diseño experimental, que muestra la Figura 1, para cotejarlas. En ese experimento se compara, para cada tratamiento, la cantidad de dióxido de carbono atrapado por una disolución de hidróxido de sodio. El resultado final se expresa en mg de CO_2 por gramo de biomasa.

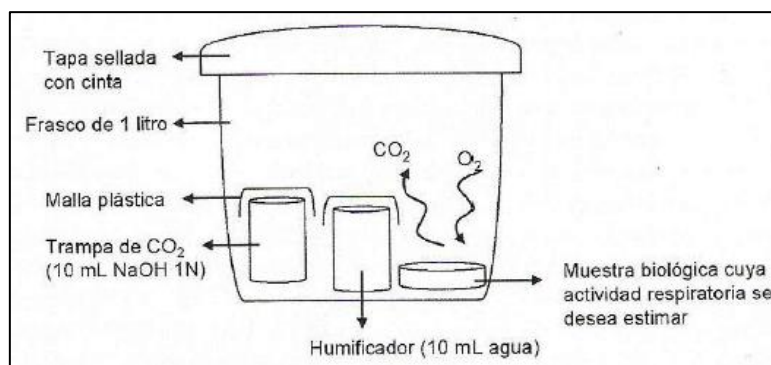


Figura 1. Diseño experimental para determinación de la actividad respiratoria (Tognetti, 2009).

En este diseño se ponen en juego los siguientes conceptos químicos: disoluciones, concentraciones, gases, reacciones químicas, reacciones ácido

base, de precipitación y de óxido reducción, reactivo limitante y en exceso, estequiometría, estequiometría con disoluciones, titulaciones.

En este artículo se discuten los resultados de una experiencia llevada adelante por estudiantes de Química General, en la que se les solicita que analicen el artículo de Tognetti con la intención de que apliquen y consoliden conceptos y procedimientos abordados en instancias teóricas y prácticas (problemas y laboratorios) de química. Las discusiones y conclusiones se orientan a resaltar el rol de los conceptos básicos de las ciencias experimentales y, en especial, de la medición, en una enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en forma integrada.

CONTEXTO

En esta experiencia participaron estudiantes que cursaron la asignatura Química General 1, de la carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas en el Centro Regional Universitario Bariloche, de la U. N. del Comahue. Esta materia del primer cuatrimestre se cursa simultáneamente a la asignatura cuatrimestral Biología General.

La materia Química General 1, responde a un programa que sigue una secuencia lógica de contenidos de química general de libro de texto. Esta cátedra se guía por Química de Chang, y aborda los 9 primeros capítulos.

Esta actividad de integración se lleva a cabo luego que completaron la unidad 4 de disoluciones y reacciones químicas y la unidad 5 de gases. Los estudiantes acudieron a clases teóricas, a clases de resolución de problemas (por ejemplo de estequiometría con disoluciones y con gases) y a dos prácticos de laboratorio. En el primer laboratorio reconocieron materiales de vidrio, realizaron medidas de masas y de volúmenes y prepararon disoluciones (en unidades de concentración M, % m/V y % m/m) a partir de soluto sólido. Se hizo hincapié en los errores de apreciación de los instrumentos y en la expresión correcta de las medidas. En el segundo práctico prepararon disoluciones a partir de otras más concentradas y realizaron dos titulaciones. Titularon una disolución de ácido clorhídrico (de 0,10 M aprox.) con una disolución de carbonato de sodio (0,100 M). El carbonato de sodio previamente secado se considera como patrón primario. Posteriormente, una vez calculada la concentración de HCl con los datos de la titulación, titularon con ese HCl una disolución preparada de NaOH (de 0,10 M aprox.). También fueron evaluados sobre estos temas en un examen parcial.

Este grupo de estudiantes, de la cursada 2022, no realizaron en la asignatura de Biología General este práctico de laboratorio de determinación de dióxido de carbono. En los años anteriores a la pandemia se implementó en dicha asignatura este trabajo práctico. En los años anteriores desde la asignatura de Química General se abordó este diseño, en forma expositiva, y como ejemplo de aplicación de los conceptos químicos vistos.

OBJETIVOS

Los objetivos de este artículo son:

- Compartir los resultados y reflexiones de una experiencia llevada adelante por estudiantes de Química General, en la que se les solicita que analicen un artículo educativo que presenta un diseño experimental para la determinación de dióxido de carbono producido por muestras biológicas. Se pretende que las y los estudiantes indaguen y profundicen en los conceptos y procedimientos químicos involucrados en esta práctica de laboratorio de biología, aplicando y consolidando lo aprendido en química.
- Reflexionar sobre la integración entre ambas asignaturas; y en particular, sobre los aspectos comunes de las ciencias experimentales que deberían abordarse en forma conjunta con los mismos criterios y terminología.

METODOLOGÍA

Inicialmente se revisó en profundidad el artículo de Tognetti (2009) analizando los conceptos y procedimientos químicos que aparecían, su adecuación conceptual y la forma en que se expresaban; así también como, su abordaje comparándolo con los enfoques vivenciados por las y los estudiantes en Química General. Sobre la base de ese análisis se construyó una guía con 17 preguntas y/o actividades (Tabla 1), para orientar a las y los estudiantes en este trabajo de integración.

Finalmente, se les solicitó una apreciación de la actividad llevada a cabo, a través de las siguientes preguntas: ¿Te gustó esta actividad de integración? ¿Pudiste vincular y/o aplicar los conceptos vistos en la teoría y práctica de Química General? ¿Te resultó una actividad difícil? ¿Te pareció una actividad útil? Expresa, si deseas, algún otro comentario.

Esta experiencia didáctica en química se enmarca en un enfoque constructivista por ser un marco teórico útil para una investigación que busca comprender la construcción del conocimiento, las concepciones alternativas y la evolución conceptual en el tiempo (Bodner y Orgill, 2007). El marco teórico, en el contexto de una investigación educativa, orienta las preguntas de investigación, los métodos de recolección y análisis de los datos. La indagación se realiza en un curso real, con las complejidades propias de la práctica áulica, por lo que la literatura recomienda el empleo de métodos cualitativos para analizar las intervenciones planificadas (Prediger et al., 2015). Por tratarse de una experiencia en un contexto educativo no es deseable simplificar los resultados a través de tendencias numéricas u orientar las discusiones a un molde rígido de certezas; por ello, se adopta un enfoque cualitativo para inspirar en pares conclusiones y reflexiones más profundas (Silverman, 2000).

Participaron 27 estudiantes de la asignatura Química General 1. En algunos casos se devolvieron a las y los estudiantes las guías resueltas, con algunas indicaciones para que fueran revisadas y/o ampliadas. A continuación, se presenta un análisis cualitativo de los resultados obtenidos, dado que no interesa el porcentaje de estudiantes que contestó bien cada pregunta, sino las reflexiones de tipo conceptual y pedagógico que se desprenden de esta experiencia. El foco está en rescatar los aspectos que pueden resultar de interés para docentes de química o de biología que deseen replicar este diseño experimental de gran potencia para el aprendizaje.

Tabla 1: Guía de preguntas y actividades.

Trabajo de integración entre Biología y Química. Determinación de dióxido de carbono en una experiencia de respiración celular.

1- Lectura del artículo: "Uso de una técnica sencilla de determinación de CO₂ en primer año de la carrera universitaria de biología" de Celia Tognetti, publicado en la Revista de Educación en Biología, 2009, 12(2), 22-26. Se adjunta.

2- ¿Cuáles son los objetivos que persigue el práctico de laboratorio presentado?

3- ¿Cómo caracteriza la autora al método científico seguido?

4- ¿En qué unidades se presentan las concentraciones de las disoluciones? Explicar la diferencia entre M y N. ¿Hay diferencias en los valores de M y N para las disoluciones empleadas en la experiencia?

5- ¿Qué crítica harías a la forma en cómo se expresan en el artículo las medidas de volúmenes y concentraciones?

6- ¿Qué materiales e instrumentos de medición del laboratorio se utilizarían? Expresa los materiales, capacidades y errores de apreciación.

7- Teniendo en cuenta tu experiencia en titulaciones en el laboratorio de química, ¿qué práctica experimental llevarías a cabo antes de realizar la titulación que menciona el artículo?

8- ¿Para qué se agrega cloruro de bario? ¿Qué pasaría si no se lo agrega? Escribe la ecuación química en la que participa el cloruro de bario.

9- Escribir todas las ecuaciones químicas de las reacciones que están involucradas en la experiencia y clasifícalas de acuerdo a: reacciones de ácido-base, de precipitación, de óxido-reducción.

10- ¿Para qué sirve el blanco? ¿Qué porcentaje de dióxido de carbono hay en el aire? Teniendo en cuenta las preguntas de investigación que aparecen en la Tabla 2 del artículo: ¿Es necesario realizar el blanco?

11- ¿Qué pasaría si el tratamiento incluye plantas expuestas a la luz?

12- ¿En qué unidades se expresa el resultado final de la experiencia?

13- ¿Cuántos moles de NaOH se tienen inicialmente en el recipiente trampa de dióxido de carbono? Concentración de NaOH(ac): 1,00 M. Expresar los planteos (Respuesta: $1,00 \times 10^{-2}$ moles)

14- Con los siguientes datos, a modo de ejemplo, calcula los miligramos de dióxido de carbono por gramo de biomasa. Volumen gastado de HCl 0,500 M en la titulación: 11,2 mL; Masa de biomasa: 3,50 g. Expresar todos los planteos. (Respuesta: 27,7 mg/g)

15- ¿Qué porcentaje del hidróxido de sodio inicial se consumió al reaccionar con el dióxido de carbono producido por respiración de la biomasa? (Respuesta: 44,0 %)

16- Teniendo en cuenta los datos anteriores ¿qué volumen mínimo de disolución de BaCl₂ 0,750 M se debería agregar estequiométricamente? Expresar los planteos (Respuesta: 2,93 mL)

17- Puedes agregar alguna observación o comentario sobre el diseño experimental o sobre aspectos químicos y biológicos.

RESULTADOS

La primera actividad consistía en leer el artículo (Tognetti, 2009) y la segunda responder sobre cuáles son los objetivos que persigue el práctico de laboratorio presentado en ese artículo. Estos objetivos se encuentran enumerados en el artículo y, en general, fueron transcritos por las y los estudiantes. Los objetivos son: (a) evidenciar la actividad respiratoria de diferentes organismos en diversas condiciones ambientales, (b) ejercitarse en el uso del método científico y (c) relacionar distintos conceptos y procesos biológicos que estudiaron en la asignatura de Biología General.

En los objetivos se omite relacionar también con los conceptos y procesos que estudiaron en la asignatura Química General. Una actitud científica deseada es ser crítico sobre la adecuación de lo que se hace, de las técnicas empleadas, incluyendo las técnicas químicas. Se trata de asumir conceptos, actitudes y procedimientos básicos de las ciencias experimentales de una forma integrada.

En la pregunta 3, se indaga sobre la caracterización que alude la autora sobre el método científico. Interesan las respuestas que van más allá de copias textuales extraídas del texto, entre ellas: "Un conjunto de tácticas empleadas para construir conocimiento", "El método seguido es el hipotético deductivo, en el cual se formula una interrogante y se crean hipótesis y predicciones acordes a la explicación que se busca, para luego apoyarlas o rechazarlas mediante las conclusiones que se alcanzaron en base a ciertos experimentos."

Desde la actividad 4 en adelante se orienta a que las y los estudiantes reconozcan y apliquen conceptos y procedimientos químicos previamente abordados. La pregunta 4 indaga sobre las unidades de concentración de las disoluciones que se presentan en el artículo, dado que emplea molaridad y normalidad. Resulta innecesario el uso de normalidad, porque no se aborda en el curso de Química General y le aporta una dificultad extra al diseño. Además no hay diferencias en los valores entre M y N para disoluciones usadas (NaOH y HCl). Esto es expresado por un estudiante: "No hay diferencia de concentración en las disoluciones con valores de M y N."

La falta de integración con la química se pone de manifiesto en la forma en que se expresan las medidas de volúmenes y concentraciones en el artículo. La pregunta 5 se refiere a este aspecto. La mayoría del alumnado, identificó esta inadecuación, de no tener en cuenta el tema de los errores de apreciación de los instrumentos. En el artículo se expresan volúmenes "10 mL" y concentraciones "1 N", "0,5 N". La expresión de las medidas fue un tema muy trabajado en todo el cuatrimestre en Química General y aplicado en todas las clases y guías de ejercicios y laboratorios. Al respecto, mencionan: "No están anotadas con la precisión correspondiente, por lo que se puede confundir con qué elemento se deben medir. Por ejemplo: "10 mL", esto se debería anotar como 10,0 mL ya que de esta manera te indica que hay utilizar una pipeta graduada de 10,0 mL con un error de apreciación de $\pm 0,1$ mL", "Cuando se titulan 10 mL, no se sabe con qué instrumento se midió; pudo ser una pipeta volumétrica o una pipeta graduada."

El objetivo de la pregunta 6 es que agreguen los materiales de laboratorio necesarios para realizar las titulaciones. La mayoría mencionó bureta, erlenmeyer y pipeta volumétrica. Los cálculos de una titulación se comprenden mejor si se visualiza la situación experimental y se realiza una representación o esquema durante la resolución.

En el diseño experimental propuesto en el artículo se introduce en un recipiente "10 mL" de una disolución "1N" de NaOH y luego se titula la cantidad de NaOH remanente con una disolución de HCl "0,5 N". Al respecto, en la actividad 7 se pregunta: "Teniendo en cuenta tu experiencia en titulaciones en el laboratorio de química, ¿qué práctica experimental llevarías a cabo antes de realizar la titulación que menciona el artículo?" Esta pregunta apunta a que las y los estudiantes apliquen lo aprendido en el práctico sobre titulaciones realizado en Química General. Hagan mención a que las disoluciones de hidróxido de sodio y de ácido clorhídrico no son estables, no son solutos confiables al no ser patrones primarios, y la necesidad de valorarlos previamente. Entre las respuestas se destacan: "Antes de hacer la titulación que menciona el artículo, para asegurarse de que el HCl tiene la concentración que indica su rotulo, (ya que esta disolución es bastante volátil) primero se debería titular el HCl con una base de concentración conocida."

En la técnica expresada en el artículo se menciona que, antes de titular con HCl, al NaOH remanente al finalizar la experiencia se le debe agregar "10 mL" de disolución de cloruro de bario "0,75 M", pero no se indica el por qué se realiza este agregado. La pregunta 8 aborda esta cuestión. Dado que el dióxido de carbono capturado genera carbonato de sodio y, por lo tanto, en el recipiente a titular con HCl habrá carbonato de sodio e hidróxido de sodio, la pregunta está orientada a que las y los estudiantes reconozcan que ambos solutos reaccionan con el HCl, como lo comprobaron en el práctico de titulaciones realizado en Química General. De allí la necesidad de precipitar el carbonato con cloruro de bario, generando carbonato de bario insoluble. Este tema es conocido por las y los estudiantes dado que se estudiaron las reacciones de precipitación, se ejercitó en el uso de la tabla de solubilidades y se experimentó con la reacción entre cloruro de sodio y nitrato de plata. Expresaron: "El cloruro de bario se agrega para que reaccione con el carbonato de sodio y se genere una precipitación. Y de esa manera poder titular correctamente el hidróxido de sodio. Si no se agregaría no se podría titular de manera precisa, ya que ambas soluciones de carbonato de sodio e hidróxido de sodio reaccionarían con el HCl."

Uno de los temas trabajado en profundidad en el curso de química fue la clasificación de las reacciones químicas en reacciones de ácido-base, de precipitación, y de óxido-reducción. En la actividad 9 se solicita que escriban todas las ecuaciones químicas de las reacciones que están involucradas en el artículo y las clasifiquen, dado que aparecen ejemplos de los tres tipos de reacciones: reacción entre el HCl y NaOH (ácido-base), reacción entre el Na_2CO_3 y BaCl_2 (precipitación) y la reacción de combustión de la glucosa o reacción general de la respiración (óxido-reducción). La mayoría pudo contestar bien esta actividad, aunque pocos se percataron que la ecuación del proceso completo de respiración celular expresada en el

artículo está mal ajustada, dado a que no aparece el coeficiente estequiométrico del O_2 ($6O_2$) y transcribieron esa ecuación manteniendo el error.

En el diseño experimental propuesto en esta experiencia de biología, se pide realizar un blanco, es decir una situación experimental idéntica a los tratamientos pero sin la muestra biológica, sin que se aclare cuál es el objetivo de esta iniciativa. Se trata, de medir el dióxido de carbono presente en el aire en ese volumen cerrado. Por ello la actividad 10 indaga: ¿Para qué sirve el blanco? ¿Qué porcentaje de dióxido de carbono hay en el aire? Teniendo en cuenta las preguntas de investigación que aparecen en la Tabla 2 del artículo: ¿Es necesario realizar el blanco? El hecho de que en la pregunta se hace referencia a la cantidad de CO_2 del aire, varios estudiantes arribaron a respuestas correctas, aunque pocas respuestas percibieron que no es necesario si se pretenden realizar comparaciones como las expresada en la Tabla 2 del artículo, por ejemplo: "la producción de CO_2 por unidad de biomasa es mayor para babosas que para lombrices". En las respuestas de las y los estudiantes se destaca: "El porcentaje de CO_2 en el aire es del 0,04% (400 partes por millón). Teniendo en cuenta las preguntas de investigación de la tabla 2, se puede concluir que el blanco no era necesario."

La mayoría no tuvo inconvenientes en contestar bien la pregunta 11 sobre qué pasaría si el tratamiento incluye plantas expuestas a la luz, dado que la fotosíntesis es un concepto básico de biología. Una respuesta fue: "Si el experimento incluyera plantas expuestas a la luz, resultaría en una disminución de CO_2 por unidad de biomasa debido al proceso de fotosíntesis, que recaptura parte del CO_2 liberado por la respiración."

La pregunta 12 apunta a identificar la unidad en que se expresa el resultado final del experimento para cada tratamiento. Las y los estudiantes no tuvieron dificultades en reconocer esta unidad, dado que la misma figura en el artículo y también en la guía de preguntas (pregunta 14). Su interés es llamar la atención que hay que referir los mg de CO_2 producidos por gramo de biomasa incluida en cada tratamiento.

Consideramos que para realizar los cálculos las y los estudiantes tienen que tener presente la situación concreta experimental. En este caso, el hecho de que parten de 10,0 mL, 1,00 M, de NaOH. Por ello la pregunta 13 los invita a calcular cuántos moles de NaOH se tienen inicialmente en el recipiente trampa de dióxido de carbono, cuya respuesta es $1,00 \times 10^{-2}$ moles.

Con datos ficticios, se les propone en la pregunta 14, que calculen los miligramos de dióxido de carbono por gramo de biomasa, si el volumen gastado de HCl 0,500 M en la titulación fue 11,2 mL y la masa de biomasa: 3,50 g. Cuya respuesta es 27,7 mg/g. Al figurar la respuesta del problema, la mayoría arriba al resultado. Algunos con rodeos, como por ejemplo, pasando reiteradamente moles a gramos, algo que resulta innecesario en este ejemplo. Este tipo de resolución mecánica se observa frecuentemente en la resolución de ejercicios durante la cursada. En otros casos, cometieron el error de no restar a los moles iniciales de NaOH los moles de NaOH titulados o remanentes, para determinar la cantidad de NaOH que reaccionó con el dióxido.

La pregunta 15 les solicita que calculen el porcentaje del hidróxido de sodio inicial que se consumió al reaccionar con el dióxido de carbono producido por respiración de la biomasa. La mayoría de las y los estudiantes arribaron a la respuesta correcta (el 44,0 %) dado que inicialmente se tenía $1,00 \times 10^{-2}$ moles y al final $5,60 \times 10^{-3}$ moles.

Contribuyendo a fomentar actitudes científicas, como las de duda y revisión sobre lo actuado, en la pregunta 16 se plantea si la cantidad de cloruro de bario agregado es suficiente para precipitar todo el carbonato de sodio. Para ello se debe calcular la cantidad de moles de carbonato que se formó. Dominar estos problemas de estequiometría con disoluciones es un objetivo importante a lograr en el curso. A continuación, en la Figura 2, se muestra un planteo presentado:

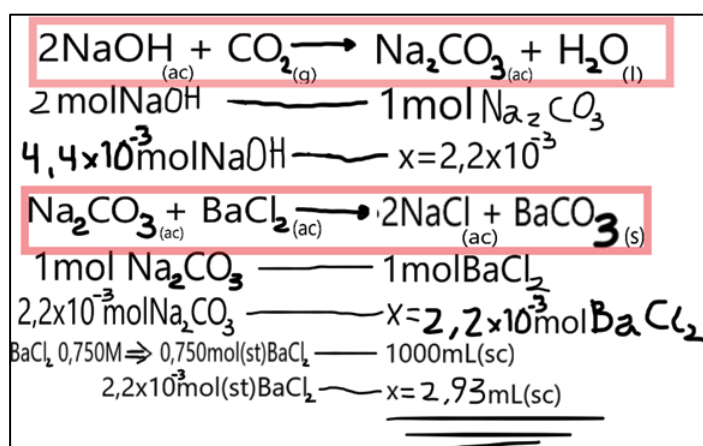


Figura 2: Respuesta de un estudiante a la pregunta 16.

La actividad 17 es una pregunta abierta que busca indagar si las y los estudiantes encuentran alguna otra observación sobre el diseño experimental, sobre aspectos químicos y biológicos u otro comentario sobre el artículo. Por ejemplo, una estudiante afirmó: "Yo creo que se debería tener la concentración del HCl inicial, además de que deberían estar correctamente expresados los errores de apreciación en las medidas para mayor comprensión, y las unidades deberían ser todas expuestas en unidades de molaridad dado que es la que se utiliza generalmente (universalidad)."

Respuestas a las preguntas de apreciación de esta actividad de integración entre biología y química

La mayoría afirmó que le gustó esta actividad de integración: "Si, estuvo interesante aplicar métodos químicos y biológicos para contestar las preguntas", "Si, me pareció una actividad bastante integradora, donde se puede observar de qué manera la química se vincula fuertemente con la biología y cómo ésta influye mucho a la hora de los resultados", "Sí, me parece que nos hace darnos cuenta de la estrecha relación entre la química y la biología".

Pudieron vincular y/o aplicar los conceptos vistos en la teoría y práctica de Química General: "Sin duda, repase lo visto en el laboratorio 2 sobre titulación ácido-base. También usé la tabla de solubilidad y demás

estrategias de cálculo". A algunas/os no les resultó una actividad difícil: "No, me parece que hay que comprender lo que está sucediendo en la experimentación para poder interpretar todo correctamente". Y en general destacan la utilidad de la actividad: "Sí, no solo por el hecho de aplicar y relacionar los conceptos que aprendí en ambas asignaturas, sino que también puedo aplicar dicho experimento a futuros trabajos empleándolo como una herramienta o un modelo inicial", "Sí, porque pude repasar varios conceptos y fijar otros que no recordaba o no había entendido bien", "Espero que haya más ejercicios porque para mí se me hizo más útil entender química, leyendo un trabajo en el que incluya la biología como este", "Si me gusto esta tarea pero tal vez estaría mejor hacerla en un laboratorio".

DISCUSIÓN

Muchas veces en biología se aplican temas de química que no han sido vistos en las asignaturas de química, dado que ambas ciencias siguen su lógica disciplinaria o su programa escolar. No es el caso de los temas comprendidos en esta experiencia descrita en este trabajo. El potencial de esta actividad yace en que las y los estudiantes cuentan con todos los conocimientos químicos necesarios para comprenderla y ejecutarla. La no integración entre ambas asignaturas constituye la pérdida de una oportunidad idónea para hacer resignificar las ciencias experimentales a las y los estudiantes.

Los resultados que se desprenden de las respuestas a la guía de preguntas muestran que las y los estudiantes pudieron resolver las cuestiones aplicando lo visto en química, ya sea en primera instancia o en una instancia de revisión. La discusión que sigue hace hincapié en el análisis del diseño experimental presentado en el artículo, que justifica la secuencia de preguntas de la guía y las respuestas esperadas de las y los estudiantes. Estas reflexiones son el principal aporte de este artículo.

Si bien en el artículo analizado se concibe a la propuesta como integradora de conceptos que permite que el alumnado perciba la utilidad de otras disciplinas, en su construcción no participaron docentes de la química que se está enseñando paralelamente. Unificar la terminología y la aplicación de procedimientos y conceptos químicos promueve beneficios en la enseñanza de ambas materias y, fundamentalmente, en el aprendizaje de las y los estudiantes. Con ello se brindaría una imagen distinta a la de disciplinas compartimentos estancos, percibiendo que se trata de ciencias naturales experimentales. Esto contribuiría verdaderamente al desarrollo de las actitudes científicas esperadas.

Aunque se mencionan algunos aspectos químicos que se expresan en forma inadecuada, no es el objetivo de esta presentación llevar adelante una revisión crítica del artículo de Tognetti, o del diseño experimental que presenta sino, por el contrario, resaltar su potencialidad como actividad de integración, de relación entre la química y la biología. Con esta intención es que se diseñó la guía de preguntas y actividades presentada a las y los estudiantes.

Respecto a contenidos y procedimientos aludidos en el artículo, además de la inapropiada forma de expresar algunas medidas, se aprecia un error en la afirmación: "Por ende, cada dos moles de HCl gastado en la titulación, equivalen a 1 mol de CO₂ capturado" (Figura 3, página 25). Esta expresión es incorrecta, dado que los moles de HCl que se gastan corresponden al NaOH remanente, que no reaccionó con el CO₂. En realidad, a lo que se refiere, en base al procedimiento que se detalla en otro párrafo, es a los moles de HCl correspondientes a la resta del volumen de HCl gastado en el blanco menos el gastado en cada tratamiento; con ese valor se obtendría el resultado correcto.

Siguiendo un enfoque químico, dado que se titula el NaOH remanente, lo que quedó de NaOH luego de que parte reaccionara con CO₂, lo lógico sería calcular la diferencia entre la cantidad inicial en moles y la cantidad remanente, para hallar la cantidad de moles de NaOH que reaccionó con el CO₂, para luego calcular por estequiometría cuántos moles de CO₂ se atraparon. Preguntarse qué tengo en el erlenmeyer que voy a titular, cuántos moles de NaOH están presentes en 10,0 mL de disolución 1,00 M.

En este TP de Biología General orientado a la medición de CO₂ producido en sistemas cerrados, se modificó una técnica propuesta originalmente en la bibliografía para la evaluación de la actividad respiratoria de suelos. Si bien todo el procedimiento no está desarrollado en el artículo, la resolución que propone permite translucir que se sigue la lógica de un algoritmo, de una técnica extraída de un texto, que resulta complicada (o inentendible) para el estudiantado que lo aplicará mecánicamente; en lugar de seguir un razonamiento lógico que se desprenda de conceptos químicos más directos y habilidades de resolución de problemas que se aprendieron en Química General, donde se ponen en juego conceptos básicos de estequiometría y titulación.

La resolución se plantea casi como una receta, en la que se ingresan datos y se obtienen resultados. Se pretende un enfoque de presentación de problema abierto y se ofrece una resolución cerrada. Con lo cual se desperdicia una valiosa oportunidad de llevar adelante un abordaje conceptual, que implicaría la aplicación sistemática de conceptos químicos a un problema químico. Por ejemplo, no se aclara, ni se problematiza, para qué se agrega cloruro de bario.

En el artículo se hace hincapié en incitar al estudiantado a realizar predicciones, sin embargo, no se realizan predicciones de tipo químico, por ejemplo, predecir cuántos moles de dióxido de carbono habría inicialmente en el recipiente. Con este valor se puede predecir el volumen de HCl que se gastará al titular el blanco. O predecir los volumen de HCl que se gastará suponiendo que el recipiente no contiene CO₂ inicialmente (20,0 mL). Estos cálculos se podrían solicitar al estudiantado. Este cuestionamiento fue percibido por un estudiante que expresó: "Me resultó extraño que al trabajar con un gas en ningún momento usaran la ecuación del gas ideal."

Si suponemos que en el aire hay 400 ppm de dióxido, o sea 0,04 %, y si el volumen total es 1,0 L, la temperatura 20,0°C, la presión atmosférica 1,0 atm, podemos hallar, mediante la ecuación de gases ideales, el número de moles total de gas, de aire (0,042 moles), y luego el número de moles de

dióxido (0,04 %), se obtiene $1,7 \times 10^{-5}$ moles de CO_2 . Luego se puede asumir que todo ese CO_2 del recipiente (del blanco) fue atrapado por el NaOH ($3,4 \times 10^{-5}$ moles). El número de moles de NaOH remanente sería $0,010 - 0,000034 = 0,009966$ moles. Cálculo expresado en forma de que se aprecie que la cantidad de dióxido de carbono en un recipiente de un litro es despreciable. En definitiva, en la titulación del blanco se estaría titulando la disolución inicial de NaOH (10,0 mL, 1,00 M).

Se debe acentuar el hecho que la experiencia es válida en diseños de comparación cualitativa, como se muestran en la Tabla 2 del artículo analizado, este aspecto no se menciona en el texto. Esto se debe, presumiblemente, a que se asume como una técnica relativamente precisa, dado que no se percibe la necesidad de valorar previamente las disoluciones empleadas. Si se plantean diseños comparativos entre dos tratamientos; es decir, buscar conclusiones relativas, no haría falta titular previamente el HCl ni el NaOH, ni tampoco haría falta realizar un blanco.

Si bien es un objetivo loable presentar ejemplos de aplicaciones de contenidos químicos en biología, para consolidar el aprendizaje de esos conceptos, las reflexiones de este artículo van más allá al resaltar la importancia de ofrecer una visión unificada de las ciencias experimentales.

La desconexión entre las materias del mismo año de carrera, fomenta cierta desorientación en las y los estudiantes. Y, fundamentalmente, se desaprovecha una oportunidad de enseñanza y aprendizaje, que está "servida", al no integrarse las dos disciplinas. Esto lleva a que se empleé un algoritmo (no entendido por el estudiantado) en lugar de procedimientos abordados de forma sistemática y teórica en Química General.

CONCLUSIONES

Los conceptos científicos tienen su complejidad intrínseca y no se aprenden en una sola instancia de enseñanza. Actividades de integración como la expuesta son útiles para la contextualización, aplicación y consolidación de conocimientos.

El diseño experimental presentado es interesante en sí mismo, dado que puede ser utilizado en clases de Química y de Biología, especialmente en carreras de ciencias naturales.

Se ha puesto en evidencia la necesidad de interrelación entre profesores de Biología y de Química. Una comunicación sobre acuerdos en los enfoques de presentación y resolución de situaciones químicas que se presentan en prácticos de laboratorio. Una articulación entre materias para el beneficio de la comprensión de las y los estudiantes. Para que puedan percibir la unidad de las ciencias experimentales y no compartimentar las mismas.

Es importante un cambio de concepción sobre los contenidos comunes, sobre los contenidos de las ciencias experimentales en general, que habría que individualizar y consensuar. Esto es válido también si se incluye alguna materia de Física. Especialmente lo referido a la medición, los errores de apreciación de los instrumentos, la selección adecuada de instrumentos, la expresión correcta de las medidas que trasluzcan el instrumento usado, el

empleo de cifras significativas, el manejo de las mismas, al manejo de mezclas homogéneas de proporciones determinadas a través de unidades de concentración, la resolución de aspectos cuantitativos de reacciones químicas con reactivos en disoluciones, etc.

Un primer paso es tomar conciencia que estos conocimientos no son exclusivos de la química, que forman parte del bagaje de las ciencias experimentales como una unidad, que deberían abordarse en forma articulada, unificando enfoques y terminología.

En palabras de Mercé Izquierdo (2022): "Para poder hablar un mismo lenguaje con significado en las clases de Química y de Biología, la actividad científica escolar ha de ser, a la vez, química y biológica, según sean las situaciones a tratar y los objetivos de aprendizaje. El diálogo entre ambas disciplinas para generar el lenguaje adecuado para la ciencia escolar no solo es posible, sino que es imprescindible."

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bodner, G. y Orgill, M. (2007). *Theoretical frameworks for research in chemistry and science education*. Pearson Prentice Hall.
- Izquierdo, M. (2022). Buscando un mismo lenguaje para enseñar mejor la Biología y la Química. *Revista de Educación en Biología*, 25(1), 79-91. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/36491>
- Prediger, S., Gravemeijer, K. y Confrey, J. (2015). Design research with a focus on learning processes: an overview on achievements and challenges. *ZDM Mathematics Education*, 47(6), 877-889. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0722-3>
- Silverman, D. (2000). *Doing Qualitative Research*. Sage
- Tognetti, C. (2009). Uso de una técnica sencilla de determinación de CO₂ en primer año de la carrera universitaria de biología. *Revista de Educación en Biología*, 12(2), 22-26.

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

DEBATIENDO TEMAS DE ACTUALIDAD Y RELEVANCIA EDUCATIVA Y SOCIAL EN LAS JEQUSSST 2022

Sandra A. Hernández

Presidenta de la División Educación Química de la Asociación Química Argentina.

Universidad Nacional del Sur, Departamento de Química, Gabinete de Didáctica de la Química - INQUISUR (UNS-CONICET), Argentina.

E-mail: division.educacion@aqa.org.ar sandra.hernandez@uns.edu.ar

Recibido: 10/01/2023. Aceptado: 23/01/2023.

Resumen. Aquí, se reseñan las XII Jornadas Nacionales y IX Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica - JEQUSSST 2022, organizadas por la Asociación Química Argentina (AQA). Las mismas fueron realizadas de manera virtual en el pasado noviembre.

Palabras clave. jornadas, reseña, debate educativo.

Debating Current Issues and Educational and Social Relevance in the JEQUSSST 2022

Abstract. Here, the XII National Conference and IX International Conference on the Teaching of University, Higher, Secondary and Technical Chemistry - JEQUSSST 2022, organized by the Argentine Chemical Association (AQA) are reviewed. They were held virtually last November.

Keywords. conferences, review, educational debate.

Del 2 al 4 de noviembre de 2022 se llevaron a cabo, *en modalidad virtual*, las XII Jornadas Nacionales y IX Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica - JEQUSSST 2022, organizadas por la Asociación Química Argentina (AQA).

Desde 1994 la División Educación Química de la AQA promueve la organización bianual de Jornadas de Enseñanza de la Química las cuales se constituyen en un ámbito de intercambio de ideas, recursos, saberes, experiencias y vivencias entre docentes, estudiantes e investigadores nacionales y extranjeros de distintos niveles educativos. Es un espacio de actualización que posibilita estrechar vínculos académicos y contribuye al enriquecimiento mutuo.

Por contextos económicos y pandémicos las últimas jornadas se habían realizado en 2017, por lo que, en esta oportunidad, la posibilidad de generar un espacio virtual de intercambio, nos acercó a debatir nuevas temáticas.

En concordancia con los objetivos de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), las JEQUSSST 2022 convocaron a las Ciencias Químicas y otras Ciencias Interdisciplinarias a participar activamente del



debate y preocupación en temas de actualidad y relevancia educativa y social, los cuales fueron plasmados en los diez ejes propuestos para el encuentro.

En estas jornadas se propuso revisar y actualizar la formación en Química; intercambiar experiencias y puntos de vista propiciando la reflexión a partir de los aportes expuestos de prácticas áulicas, de proyectos de innovación, de extensión y de investigaciones que pudieran hacer docentes, estudiantes e investigadores, como resultado de su labor; difundir y discutir investigaciones y experiencias didácticas con diversas orientaciones teóricas y metodológicas en todos los niveles del sistema educativo; contribuir a la construcción del conocimiento en enseñanza e investigación de las Ciencias Químicas y otras Ciencias Interdisciplinarias; reflexionar acerca de la perspectiva de género, la diversidad y la educación inclusiva en la enseñanza de la Química; brindar aportes de especialistas sobre problemáticas de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias exactas y naturales, conociendo diferentes aspectos para su abordaje; reunir a los investigadores en Ciencias Químicas y otras Ciencias Interdisciplinarias con los profesores de distintos niveles del sistema educativo, con la intención de tender redes y espacios de articulación para el mejoramiento de la práctica educativa.

Las jornadas contaron con la distinguida presencia de seis conferencistas de nivel internacional quienes realizaron sus valiosos aportes en temas de actualidad: Dra. Lydia Galagovsky (FCEyN, UBA, Argentina), Dr. Vicente Talanquer (University of Arizona, Tucson, Estados Unidos), Dra. Silvia Porro (GIECIEN, UNQ, Argentina), Dra. María Gabriela Lorenzo (CIAEC, FFyB, UBA, CONICET, Argentina), Dr. Mario Quintanilla Gatica (GRECIA-UC, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile) y Dr. Gabriel Pinto Cañón (Universidad Politécnica de Madrid, Reales Sociedades Españolas de Física y de Química de España)

Las JEQUSSST 2022 fueron consideradas de interés académico por la Universidad Nacional del Sur, la Dirección de Educación a Distancia (DirEad) de la UNS, el Departamento de Química de la UNS, el Instituto de Química del Sur (INQUISUR, UNS- CONICET). Asimismo, se contó con el beneplácito del Consorcio de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias Naturales y Experimentales de la Argentina (CONGRIDEC), el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) de la Facultad de Bioquímica y Farmacia de la UBA, la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, el Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales GRECIA-UC, la Asociación de Educadores en Química de la República Argentina (ADEQRA), la Asociación de Profesores de Física de Argentina (APFA) y la Asociación de Docentes de Biología de la República Argentina (ADBIA).

Las JEQUSSST 2022 se desarrollaron en modalidad virtual, con dos formas de intervención complementarias, una asincrónica y otra sincrónica. La comunicación asincrónica se realizó a través de un aula Moodle, habilitada para las jornadas, la cual contó con acceso a los resúmenes y videos de cada trabajo, y de las conferencias, y con foros de consulta y discusión.

Para los encuentros sincrónicos, se utilizó ZOOM como plataforma de videoconferencia y de socialización de los trabajos presentados en las diez mesas de diálogo disponibles para tal fin.

Asimismo, se contó con el dictado de 19 cursos-taller, 12 con un encuentro sincrónico y espacios de tareas y debates asincrónicos y 7 totalmente asincrónicos.

Cabe destacar la participación activa de los 249 inscriptos al evento, tanto en las conferencias como durante la socialización de los 128 trabajos, los cuales, divididos de acuerdo a los ejes dispuestos en la jornada, se presentaron en modalidad conversatorio.

Todos los trabajos presentados fueron evaluados por los miembros del Comité Científico de las JEQUSSST 2022 en modalidad doble ciego, a quienes se agradece muy especialmente los aportes realizados, los cuales enriquecieron los trabajos y sus presentaciones. Al respecto, el Dr. Damián Lampert recibió una distinción como *Evaluador destacado* por haber arbitrado más de veinte trabajos y por la calidad de sus contribuciones.

El Libro de Actas de las JEQUSSST 2022 conteniendo los 128 trabajos y un resumen de las conferencias, así como la edición especial del volumen 109 de la revista *Anales de la Asociación Química Argentina*, en la que fueron distinguidos 38 trabajos de los presentados, pueden consultarse en la página de la Asociación Química Argentina (<https://www.aqa.org.ar/>).

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

AVANCES Y PROPUESTAS EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y EXPERIMENTALES

Damián Alberto Lampert

*Universidad Nacional de Quilmes, Departamento de Ciencia y Tecnología,
Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias. CONICET. Argentina.*

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

Recibido: 11/12/2022. Aceptado: 26/12/2022.

Resumen. Se reseña el IV Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales del Consorcio Nacional de Grupos de Investigación de Educación en Ciencias de la República Argentina.

Palabras clave. evento científico, reseña, CONGRIDEC.

Advances and Proposals in Teaching of the Natural and Experimental Sciences

Abstract. The IV Research Workshop on Didactics of Natural and Experimental Sciences of the National Consortium of Science Education Research Groups of the Argentine Republic is reviewed.

Keywords. scientific event, review, CONGRIDEC.

Entre el 6 y 7 de diciembre de 2022, se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales Universidad Nacional de Río Cuarto, de forma presencial, el IV Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales (IV WIDIC 2022). La organización estuvo a cargo del Consorcio Nacional de Grupos de Investigación de Educación en Ciencias de la República Argentina (CONGRIDEC) y el grupo Interdisciplinario de Investigación en Didáctica de la Ciencias y de la Computación, conformado por docentes de los Departamentos de Física y de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

El IV WIDIC propuso un trabajo en seminario-taller para la construcción de conocimiento compartido a partir del intercambio entre investigadores de diferente nivel de formación en torno a dos líneas temáticas centrales en la agenda actual de investigación: principales líneas y programas de investigación y el financiamiento de la actividad científica en el área y las propuestas formativas de posgrado en el campo de la didáctica de las ciencias.

Dentro del evento, se llevaron a cabo seminarios, coloquios y conferencias de actualización sobre temas de Didáctica de las Ciencias entre los que se



destacan los siguientes temas: investigación basada en modelos, la historia y la situación actual de la Didáctica de las Ciencias en Argentina y Brasil, la formación de profesorado, los posgrados en Didáctica de las Ciencias, los aportes de las Ciencias de la Computación y la educación universitaria antes y después de la pandemia.

Asimismo, dentro del IV WIDIC, se llevó a cabo el desarrollo de la Asamblea Ordinaria del CONGRIDEC donde se eligieron las nuevas autoridades para el periodo 2022-2024:

- Presidenta: Dra. María Gabriela Lorenzo (UBA-CONICET)
- Vicepresidenta: Mg. Teresa Quintero (UNRC)
- Secretario: Dr. Ignacio Idoyaga (UBA-CONICET)
- Vocales titulares:
 - 1º: Dr. Damian Lampert (UNQ-CONICET)
 - 2º: Dr. José Galiano (UNSE)
- Vocales suplentes:
 - 1º: Dr. Francisco Bavera (UNRC)
 - 2º: Lic. Germán Sánchez (UNL)
 - 3º: Mg. Ana Fuhr Stoessel (UNICEN)

Dentro de la asamblea, se llevó a cabo la creación de una comisión sobre Educación en Seguridad Alimentaria dentro del CONGRIDEC, debido a tratarse de una temática de emergencia a nivel nacional. La propuesta se centra que todas las personas integrantes del CONGRIDEC puedan formar parte de dicha comisión, en caso de ser de su interés, para llevar a cabo investigaciones en conjunto. El presidente electo de dicha comisión fue el Dr. Damián Lampert quien desarrolla actualmente investigación en Educación Alimentaria.



Otro punto, y no menor, de la asamblea fue la incorporación de tres nuevos grupos al CONGRIDEC llevando el total de grupos de investigación a nivel nacional sobre Didáctica de las Ciencias participantes a más de 35.

Dentro del Workshop, los/as estudiantes de la Escuela de Posgrado del CONGRIDEC, desarrollada de forma híbrida en noviembre de 2022 en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, tuvieron la oportunidad de presentar los avances de sus trabajos de manera

virtual, desatancando la importancia y la calidad de la orientación de los/as tutores/as.

Por último, como cierre del WIDIC se entregaron por primera vez los premios CONGRIDEC para honrar a aquellas personas y grupos que han aportado a desarrollar el área de investigación en didáctica de las ciencias en nuestro país. El premio grupal fue otorgado al Grupo De Investigación En Didáctica De Las Ciencias Experimentales (GIDCE) dependiente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Centro de la Provincia de Buenos Aires. La Dra. Adriana Rocha fue quien recibió la mención junto a la Mg. Ana Fuhr Stoessel. Por otra parte, el premio a la trayectoria individual fue otorgado al Dr. Héctor Santiago Odetti quien fuera también miembro fundante del CONGRIDEC y su primer presidente.



Luego de dos años, el reencuentro, esta vez presencial, en el IV WIDIC invitó a reflexionar y ampliar el compromiso de los grupos e integrantes del CONGRIDEC con la Didáctica de las Ciencias.



¡Los/as esperamos en el próximo WIDIC!

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

ESCUELA DE POSGRADO CONGRIDEC 2022: UNA OPORTUNIDAD PARA LA FORMACIÓN DE INVESTIGADORES EN EDUCACIÓN QUÍMICA

Yazmín Arellano Salazar

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Facultad de Química

E-mail: yazminarellano@ciencias.unam.mx

Recibido: 20/12/2022. Aceptado: 07/01/2023.

Resumen. Desde su primera edición en 2016 la Escuela de Posgrado de CONGRIDEC (Consortio de Grupos de Investigación de Educación en Ciencias Naturales y Experimentales de la Argentina) se gestó con la visión y profunda convicción de proporcionarle a los estudiantes de posgrado (maestría y doctorado) en el área de la didáctica de las ciencias (física, química y biología) la oportunidad de fortalecer su formación a través de una interacción intensiva y consistente con diferentes expertos en Educación Científica para así enriquecer sus propuestas de trabajo y visión como futuros investigadores en el área. Esta Emisión 2022 de la Escuela no fue la excepción, se vivió una convivencia rica y diversa, resultando propuestas que se espera se consoliden muy pronto en una publicación.

Palabras clave. didáctica de la química, doctorado en educación química, maestría en educación química, investigadores en formación.

CONGRIDEC Post-graduate School 2022: An opportunity for training researchers in Chemistry Education

Abstract. Since its first edition in 2016, the CONGRIDEC Post-Graduate School belongs to the Consortium of Natural and Experimental Sciences Research Groups of Argentine. It was created with the vision and depth conviction of providing graduate students (masters and doctorates) in the area of science education (Physics, Chemistry and Biology) the opportunity to strengthen their training through an intensive and consistent interaction with different experts in the area in order to enrich their own work proposals and vision as future researchers in the area. This 2022 Emission of the School was not the exception, there was a rich and diverse coexistence, resulting in proposals that are expected to be consolidated in the very soon future in publications.

Keywords. chemistry education, doctorate in chemistry education, master in chemistry education, novel researchers.

ESCUELA DE POSGRADO CONGRIDEC 2022 (EPC)

Con el lema "Avances de Investigación en Educación de las Ciencias Experimentales y de la Salud" se llevó a cabo la VI EPC organizada por el



Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (UBA) del 23 de noviembre al 16 de diciembre de 2022 con la dirección de la Dra. Gabriela Lorenzo.

Esta contó con un total de 17 cursantes y 15 tutores de diferentes localidades argentinas o extranjeros, tanto para dar el seguimiento de los proyectos de investigación como titulares de los cinco minicursos ofertados. La dinámica que se siguió fue distribuir a los cursantes entre los diferentes tutores, aproximadamente dos participantes por cada tutor, quienes dieron seguimiento personal a las propuestas de sus tutorados y tutoradas.

La EPC se realizó con una modalidad predominante virtual, con reuniones sincrónicas on-line (utilizando la plataforma ZOOM) y actividades asincrónicas. También se ofreció la posibilidad de realizar workshops presenciales en el marco del 16º Simposio de Investigación de Educación en Física (SIEF16) organizado por la Asociación de Profesores de Física de Argentina (APFA) celebrados en Buenos Aires el 24 y 25 de noviembre.

Los encuentros sincrónicos fueron utilizados para el intercambio entre el equipo de docentes y los cursantes; mientras que en el campus virtual de la Facultad (sostenido en una plataforma Moodle) se ofrecieron espacios para la comunicación entre todos los participantes, cinco mini-cursos que complementaban la formación de los cursantes y otros recursos que sirvieron para sostener el proceso evaluativo en su conjunto.

Los cursos ofertados fueron los siguientes:

- La Educación Alimentaria en la Escuela Secundaria: Su inclusión (o exclusión) en los Diseños curriculares, a cargo de los docentes Dra. María Silvina Reyes y el Dr. Damián Lampert.
- Caja de herramientas para el trabajo del/a tesista, a cargo de los docentes M. Gabriela Lorenzo y Germán H. Sánchez.
- Aportes de la Investigación Basada en Diseño (DBR) al campo de la Didáctica de las Ciencias. A cargo de la docente Dra. Maricel Occelli.
- Debates teóricos y metodológicos en torno a la igualdad a partir de las miradas desde los feminismos. A cargo de la docente Mgter. Priscila Biber.
- Los boletos de salida: una valiosa herramienta para la evaluación formativa. A cargo de las docentes M. Gabriela Lorenzo y G. Yazmín Arellano Salazar.

Los cuales fueron muy bien recibidos por los participantes quedando plasmado este sentir en testimonios tales como:

"Me parecieron completos, sencillos y muy prácticos. Agradezco la presentación, muy concreta".

"Considero que fue un curso muy ameno, de fácil seguimiento, las lecturas tuvieron una extensión adecuada para el tiempo que tenemos. Gracias por eso. Me resultó sencilla la actividad final".

"Me gustó mucho el diseño del aula y del curso en general. Pienso que fue breve, pero completo y bien organizado. Me resultó sencillo seguir el orden de las actividades propuesto. Considero que fue útil y lograble, considerando el resto de las tareas que nos convocan durante la escuela. ¡Gracias!

La EPC2022 abrió con una masterclass interesante a cargo de la Dra. Andrea Farré: "¿Qué ves cuando me ves? Hablemos sobre la observación", que propuso una reflexión profunda acerca de este paso fundamental dentro del desarrollo y construcción de la ciencia y la forma en que se concibe. Para dar paso a las discusiones en pequeños grupos, también virtuales, entre un par de tutores con sus pupilos y pupilas, es decir, grupos de aproximadamente seis personas, cuatro participantes y dos tutores/as. Estas reuniones consistieron en dos sesiones de dos horas en las que se daba paso a discusiones acerca de las propuestas de cada estudiante, su enfoque, aproximación metodológica, curso y desarrollo de su investigación, así como primeros resultados, conclusiones y perspectivas.

Los intercambios en cada grupo de trabajo fueron enriquecedoras, cargadas de contenido y confrontantes, a palabras del estudiantado, una experiencia que pasó desde el nerviosismo y expectativa acerca de conocer a los tutores y de la opinión de los/as mismos/as sobre sus propuestas, hasta la confrontación y aceptación de la necesidad de los cambios pertinentes para lograr ser exitosos y realizar, en urgencia, los ajustes recomendados y escuchando la retroalimentación no solo de los y las tutoras, sino también de sus pares; durante esta breve pero enriquecedora experiencia, pasando también, claro está, por la expectativa del cuerpo de tutores por conocer a sus tutorados/as y sus propuestas.

Posterior a estas discusiones se elaboró a modo de cierre parcial y por grupo de trabajo, un producto que reflejara este cúmulo de emociones y experiencias vividas, el reto era que fuera totalmente visual, sin la necesidad de ninguna explicación respecto al gráfico que se construyera. En la Figura 1 pueden ver la muestra de uno de ellos, en el que se reflejan todas las emociones por las que se transitó, así como las experiencias aquilatadas gracias a esta convivencia de cuatro horas entre tutores/as y tutorados/as.



Figura 1. Evaluación de la EPC 2022 realizada por uno de los grupos de química

A la semana siguiente, se realizó un último encuentro virtual donde cada participante debió presentar una síntesis desde una mirada crítica y autocrítica acerca de las experiencias individuales de cada participante, del trabajo realizado durante la semana de actividades con el apoyo de un cartel compartido en un muro colaborativo (Padlet, Figura 2).

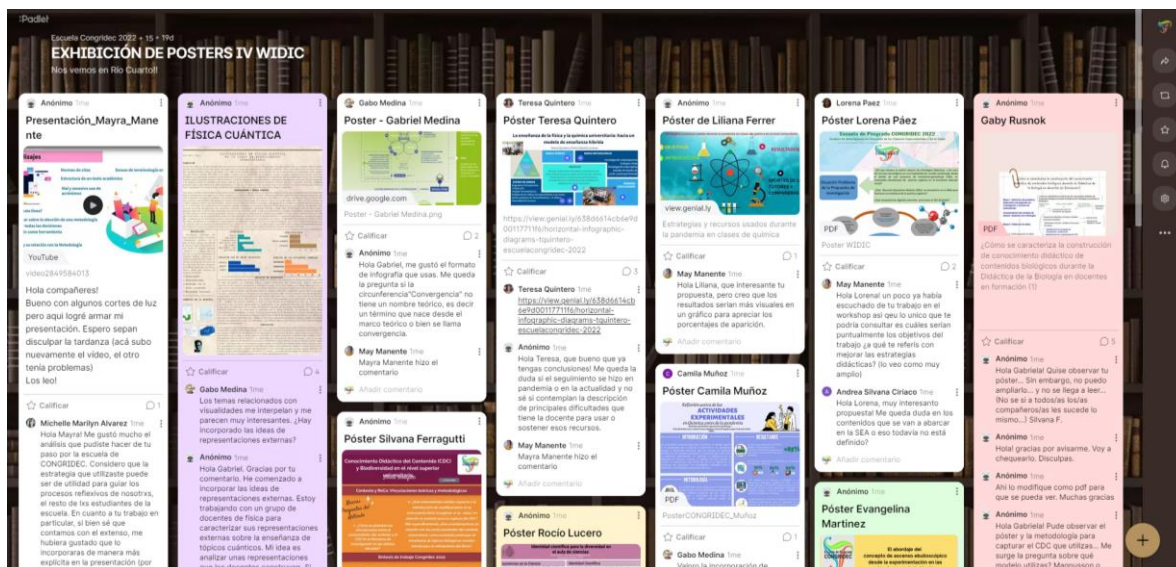


Figura 2. Síntesis de los trabajos elaborados por los cursantes durante la EPC

Esta presentación se llevó a cabo como parte de las actividades del *Workshop* de Investigación en Didáctica de las Ciencias (WIDIC 2022), organizado por el CONGRIDEC (Consortio de Grupos de Investigación de Educación Científica) y la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Provincia de Córdoba, Argentina, el día 6 de diciembre de 2022.

Por último y para finalizar el conjunto de actividades formativas propuestas, los cursantes debieron presentar el escrito final que reflejara toda la retroalimentación recibida.

El desempeño global de los cursantes fue evaluado por un Comité Evaluador conformado por tres profesores quienes debían seleccionar a los tres mejores trabajos, ya fuera maestría o doctorado, uno para cada área disciplinar (física, biología o química), de acuerdo con criterios de calidad como fueron (a) evolución del trabajo inicial a la propuesta final para publicación; (b) originalidad en la elaboración del póster exhibido en aula virtual AVIEC 2022 FFyB-UBA; (c) defensa del póster efectuado en el marco del IV WIDIC – UNRC 2022; (d) reflexión metacognitiva de su participación en la EPC 2022; (e) cumplimiento en tiempo y forma de las producciones. Los integrantes del jurado *ad hoc* fueron la Dra. Guillermina Yasmín Arellano Salazar de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, el Dr. José Eduardo Galiano de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina y el Dr. Guillermo Cutrera de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina; y como suplente a la Dra. Irene Arriasceq de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Si bien hubo trabajos de Física y Biología, predominaron aquellas propuestas en el área de la química, lo que demuestra cómo nos atraviesa esta ciencia dentro de las problemáticas de la enseñanza y resolución de problemas actuales consecuencia de las dinámicas de vida y enseñanza modificadas

debido a la pandemia. Los trabajos del área de la química y cuyas aproximaciones son muy interesantes, se encuentran:

- Secuencia de enseñanza-aprendizaje de química orgánica en modalidad combinada: Una Investigación Basada en Diseño.
- El abordaje del concepto de "ascenso ebulloscópico" desde la experimentación en las aulas de secundaria técnica.
- El problema de los TPL en la educación a distancia: una oportunidad para la modalidad.
- Análisis de la Interfaz Gráfica de Usuario de Laboratorios Remotos para la Enseñanza de las Ciencias Naturales.
- Reflexión acerca de las actividades experimentales en Química antes de la pandemia.
- Enriquecimiento de un trabajo de laboratorio según los modelos de prácticas científicas y laboratorio extendido.
- Las prácticas de enseñanza de química universitaria en pandemia.
- Estrategias didácticas usadas durante la pandemia en clases de química en el nivel universitario.

Cabe mencionar que la totalidad de los trabajos, una vez aprobados por los tutores, se abría la posibilidad de ser publicados en la revista *Nuevas Perspectivas, Revista de Educación en Ciencias Naturales y Tecnología*, sometiéndose al proceso de evaluación correspondiente.

Esta edición de la Escuela se vio enriquecida por la visita de la Dra. Guillermina Yazmín Arellano Salazar de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, que colaboró tanto en las labores de tutoría como de construcción y seguimiento de un mini-curso.

Quedando así plasmado nuevamente el gran éxito con el que se desarrolló la VI Escuela de Posgrado CONGRIDEC – UBA 2022, la cual estuvo llena de camaradería, satisfacción, riqueza y grandes resultados, quedando la ilusión de la siguiente emisión ¿qué sede se propondrá? ¿cuándo será? ¿y el formato? Nuevamente las mismas interrogantes que nos llevan a arriesgarnos a esta maravillosa y excitante aventura de cada escuela, siempre con el firme propósito de brindarles a las nuevas generaciones de investigadores en didáctica de las ciencias y fieles comprometidos con la educación, experiencias ricas e innovadoras para las necesidades y realidades cambiantes a las que nos enfrentamos y se enfrentarán ellos y ellas en un futuro muy cercano o ya lo hacen.

Finalmente, solo nos queda decir ¡hasta pronto VII Escuela de Posgrado CONGRIDEC!

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

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

Andrea S. Farré

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

E-mail: asfarré@unrn.edu.ar

Recibido: 19/12/2022. Aceptado: 30/12/2022.

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

Palabras clave. Eventos científicos, Información, Congresos y jornadas

Congresses, conferences, seminars from here and there...

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

Keywords. Scientific events, Information, Congresses and conferences

X CONGRESO NACIONAL DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA (REXUNI)

Organizado por la Secretaría de Cultura y Extensión Universitaria de la Universidad Nacional de La Pampa y la Red Nacional de Extensión Universitaria (REXUNI)

Recepción de trabajos: hasta 10 de febrero de 2023

29, 30 y 31 de marzo de 2023, Santa Rosa, La Pampa, Argentina

<http://www.unlpam.edu.ar/newnovedades/x-congreso-extension-rexuni-decidio-postergacion>

CHEMISTRY EDUCATION RESEARCH AND PRACTICE (GRS) - RESEARCH CONTEXTS, QUESTIONS AND METHODOLOGIES ACROSS CHEMISTRY TEACHING AND LEARNING CONTEXTS

Comunicaciones orales: hasta 9 de enero de 2023

Recepción de trabajos: hasta 2 de abril de 2023

Inscripciones: hasta 10 de junio de 2023

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 (GRC) - COORDINATING THE PRODUCTION AND CONSUMPTION OF KNOWLEDGE ON CHEMISTRY TEACHING AND LEARNING

Inscripciones: hasta 11 de junio de 2023

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 (GRC) - VISUALIZING COMPLEX SYSTEMS

Inscripciones: hasta 18 de junio de 2023

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

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

27TH CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE PHILOSOPHY OF CHEMISTRY (ISPC2023)

Organizado por la International Society for the Philosophy of Chemistry, Universidad de Buenos Aires y Universidad CAECE

Envío de resúmenes: hasta 31 de marzo de 2023

18 al 21 julio de 2023, Buenos Aires, Argentina, Universidad CAECE, Modalidad híbrida

<https://sites.google.com/site/socphilchem/symposia>

5^{TA} CONFERENCIA LATINOAMERICANA DEL IHPST (IHPST-LA)

Organizado por el Grupo Internacional de Historia, Filosofía, Sociología y Enseñanza de las Ciencias y la UFRGS, la UPF y el CEFET/RJ

Envío de resúmenes: hasta 2 de abril de 2023

Inscripción con descuento: hasta 10 de mayo de 2023

9 a 11 de agosto de 2023, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

<https://www.ufrgs.br/ihpstla2023/>

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 (comunicaciones orales y posters): 12 de diciembre de 2022 a 15 de febrero de 2023

Inscripción temprana: 15 de febrero de 2023 hasta 1 de junio 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) - CONNECTING SCIENCE EDUCATION WITH CULTURAL HERITAGE

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

Envío de resúmenes: hasta 31 de enero de 2023

Inscripción temprana: hasta 16 de mayo de 2023

29 de agosto a 1 de setiembre de 2023, Capadocia, Turquía

<https://www.esera2023.net/>

VI CONGRESO LATINOAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Organizado por la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales

6 de septiembre de 2023 al 8 de septiembre de 2023, Córdoba, Colombia.

Correo electrónico: congresoreldad2023@gmail.com

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)

Inscripción temprana: desde 16 de enero de 2023 hasta 16 de mayo de 2023

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

<https://enpec2023.com.br/>

X CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS

Organizado por la Universidad Pedagógica Nacional

Los/as organizadores/as, están ultimando detalles de organización e invitan a ir construyendo sus propuestas

11 al 13 de octubre de 2023, en modalidad presencial en Colombia

<https://www.facebook.com/groups/255240411305333>

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

5^{TO} CONGRESO DE LA SOCIEDAD CHILENA DE EDUCACIÓN CIENTÍFICA. EDUCACIÓN CIENTÍFICA DESDE LA COMUNIDAD Y PARA LOS TERRITORIOS

Organizado por la Sociedad Chilena de Educación Científica (SChEC) y la Universidad Austral de Chile

Envío de resúmenes: hasta 21 de abril de 2023

Inscripciones: desde 3 de julio de 2023

9 al 11 de noviembre de 2023, Puerto Montt, Chile

<http://www.schec.cl/congreso2023/>

17TH IHPST BIENNIAL CONFERENCE

Organizado por la Universidad de Buenos Aires
2 al 6 de setiembre de 2024, Buenos Aires, Argentina
<https://ihpst.clubexpress.com/>

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

Organizado por la University of Kentucky
28 de julio de 2024 al 1 de agosto de 2024, Lexington, Kentucky
<http://bcce.divched.org/>

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