

Educación en la Química

Volumen 32

Número 2

ISSN 0327-3504

ISSN-en línea 2344-9683

Revista de la Asociación de
Docentes en la Enseñanza de la
Química de la República Argentina



ADEQRA

2026

Educación en la Química

ISSN 0327-3504 ISSN-en línea 2344-9683

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

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

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



ADEQRA



OJS / PKP

OPEN ACCESS

Signatory of
DORA



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

Colaboradores

Evangelina Martínez
Escuela Secundaria de Enseñanza Técnica N°1 (Bahía Blanca)

Comité Académico Nacional

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

Comité Académico Internacional

Alicia Benarroch Benarroch *Universidad de Granada, España*
Albino Oliveira Nunes *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil*
Anelise Grunfeld de Luca *Instituto Federal Catarinense, Brasil*
Ángel Blanco López *Universidad de Málaga, España*
Aureli Caamaño Ros *Sociedad Catalana de Química, España*
Bruno Ferreira Dos Santos *Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil*
Bruno Pastoriza *Universidade Federal de Pelotas, 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*
Henry Giovany Cabrera Castillo *Universidad del Valle, Colombia*
Iñigo Rodríguez-Arteche *Universidad de Almería, España*
Isabel Martins *Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil*
Johanna Camacho *Universidad de Chile, Chile*
Kira Padilla *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Mario Quintanilla *Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile*
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*
Teresa Lupión-Cobos *Universidad de Málaga, España*
Vicente Talanquer *University of Arizona, Estados Unidos*

ADEQRA, Asociación de Docentes en la Enseñanza de 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 el 15 de marzo de 2024, se ratificó la nueva comisión directiva, que quedó conformada de la siguiente manera:

Presidente:	Teresa Quintero	<i>UNRC</i>
Secretaria:	Andrea Ciriaco	<i>UNPSJB</i>
Tesorera:	Marcela Susana Altamirano	<i>UNRC</i>
Vocal titular:	Sandra Hernández	<i>UNS</i>
Vocal titular:	Germán Hugo Sánchez	<i>UNL</i>
Vocal Suplente:	Andrea Soledad Farré	<i>UNRN</i>
Revisores de Cuentas:		
	1º: Marina Masullo	<i>UNC</i>
	2º: Romina Yppolito	<i>UNRC</i>

Tabla de Contenidos

Editorial

- En Memoria de Andrea Ciriaco: Una Huella Perdurable en Nuestra Comunidad
Germán Hugo Sánchez y María Gabriela Lorenzo 111-117

Investigación en Didáctica de la Química

- Un Análisis Semántico de la Construcción de Significados en las Clases de Química
Rivaldo Lopes da Silva, Luma Vitória de O. Souza y Bruno Ferreira dos Santos 118-130
- Reflexión y Análisis sobre la Enseñanza por Competencias en Asignaturas de Química Universitaria
Romina Biotti, Graciela Olmos y Cristina Iturralde 131-143
- Obsolescencia Tecnológica y Sociedad: Química, Matemática y Consumo en Diálogo
Fiorella Dómina, Sandra A. Hernández y Beatriz S. Marrón 144-156

Innovación para la Enseñanza de la Química

- Ferias de Ciencias como Escenario de Innovación y Profesionalización de Futuros Profesores de Química
Valeria Paula Capuano y María Soledad Cicutta 157-167

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

- Desarrollos Sociotecnológicos y Educación sobre Arsénico en Agua
Damián Alberto Lampert, Micaela Condolucci, Nicolás Tiago Díaz, Ariel Ian Camilletti Carballo y Silvia Porro 168-181
- Compostaje Comunitario y Educación Ambiental: Experiencias de Integración de Oficios en Clave de Economía Circular
Luis Ignacio Schneider y Cecilia De Piante Vicín 182-192
- Historia de la Enseñanza de los Modelos Atómicos: Análisis de Libros de Texto
Camila Ayelén Varisco, Adriana Ortolani y Héctor Santiago Odetti 193-198
- Congresos, Jornadas, Seminarios de aquí y de allá...
Andrea S. Farré 199-203

Editorial

EN MEMORIA DE ANDREA CIRIACO: UNA HUELLA PERDURABLE EN NUESTRA COMUNIDAD

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23449683/qlabajw8i>

INTRODUCCIÓN

Este segundo número del volumen 32 de *Educación en la Química* está signado por una ausencia profundamente dolorosa. El pasado 24 de abril falleció de 2026, Andrea Silvana Ciriaco, editora de nuestra revista y secretaria de la Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina. Antes de presentar los trabajos que conforman este número, queremos detenernos en su recuerdo y reconocer la huella imborrable que dejó en nuestra Asociación, en la revista y en toda la comunidad de educadoras y educadores en química.

LA HUELLA DE ANDREA CIRIACO EN NUESTRA COMUNIDAD

Andrea era bioquímica, profesora en Química por la Universidad Nacional del Sur y magíster en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología por la Universidad Nacional de Córdoba. Una parte central de su trayectoria docente se desarrolló en las aulas de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y en las de su Colegio Universitario Patagónico, en Comodoro Rivadavia. Su formación, su trabajo académico y su participación institucional estuvieron impregnados por una misma convicción: la educación química crece cuando se construyen espacios colectivos, se comparten saberes y se asumen con compromiso las tareas necesarias para sostenerlos.

Quienes tuvimos el privilegio de compartir el trabajo con ella sabemos que Andrea no se limitaba a ocupar un lugar dentro de las instituciones: las movilizaba. Como secretaria de ADEQRA fue un pilar fundamental para la Asociación. Con su energía incansable impulsó cambios, promovió nuevas iniciativas y defendió con firmeza el bienestar de las socias y los socios. Siempre estaba dispuesta a trabajar y se convirtió en el motor de muchas de las actividades que llevamos adelante durante estos años.

Su compromiso se hizo especialmente visible en la organización de la XX Reunión de Educadores en la Química. En un momento en que parecía difícil encontrar quién pudiera asumir esa tarea, Andrea decidió ponerse al frente y logró articular el trabajo de ADEQRA con el de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. La reunión, desarrollada de manera virtual entre noviembre y diciembre de 2023, congregó a más de 150 docentes e investigadores de distintas regiones del país y del extranjero. Posteriormente, ella misma dejó registro de esa experiencia en las páginas de nuestra revista (Ciriaco, 2024). Ese gesto resume bien su manera de trabajar: asumir los desafíos, reunir voluntades, concretar los proyectos y, finalmente, compartir lo aprendido con la comunidad.



En *EDENLAQ*, su energía se combinó con una enorme capacidad para el trabajo minucioso. Andrea tuvo a su cargo los procesos de incorporación de la revista a diferentes bases de datos e índices durante los últimos años y contribuyó de manera decisiva a elevar sus parámetros de calidad. A esa tarea, muchas veces poco visible, se sumaban el trabajo editorial cotidiano, el seguimiento de los artículos y una lectura cuidadosa de cada manuscrito. Su compromiso no terminaba cuando una tarea parecía resuelta: siempre encontraba algo que revisar y ponía empeño para mejorarlo.

Su incorporación al equipo editorial estuvo vinculada, precisamente, con un trabajo que volvió la mirada sobre la propia revista. Junto con Norma Beatriz Jones y María Valeria Pereyra realizó una revisión bibliográfica sistematizada destinada a reconocer tendencias y cambios en la enseñanza de la química argentina a partir de los artículos publicados en *EDENLAQ* (Ciriaco et al., 2020). Aquel estudio no constituyó solamente una investigación sobre la revista, sino también una forma de cuidarla: recuperar su historia, reconocer sus aportes y producir conocimiento que permitiera pensar su crecimiento. Luego de esa experiencia, Andrea se incorporó como editora de sección y comenzó un recorrido que transformaría profundamente nuestro trabajo editorial.

Su producción en estas páginas permite reconocer la amplitud de sus intereses. En sus trabajos individuales abordó la enseñanza de habilidades lingüísticas en las clases de química del nivel secundario y analizó las publicaciones de *EDENLAQ* relacionadas con el lenguaje químico (Ciriaco, 2020, 2021). También se ocupó de documentar los espacios en los que se construye nuestra comunidad, como la escuela CONGRIDEC 2020, reseñada junto con Norma Jones (Jones y Ciriaco, 2021), y la ya mencionada XX REQ. En esas contribuciones aparecen preocupaciones que permearon su trayectoria: la enseñanza, el lenguaje, la investigación educativa, la formación de docentes y la creación de redes.

Como editora, también reflexionó sobre la historia y el futuro de la revista. En 2024 escribimos juntos la editorial con la que celebramos los 35 años de *Educación en la Química* (Ciriaco y Sánchez, 2024). Allí recuperamos el crecimiento colectivo que había hecho posible la continuidad de la publicación y los desafíos que todavía teníamos por delante. Un año después, firmó junto con Andrea Farré la editorial dedicada a Andoni Garritz, cuyo título hablaba de sus "huellas y visiones de futuro" (Ciriaco y Farré, 2025). Resulta imposible no advertir hoy la dolorosa resonancia de esas palabras: al recordar a Andrea, también nosotros buscamos reconocer las huellas que dejó y el futuro que ayudó a construir.

Su última publicación en la revista recuperó los aportes de nuestras tesis de posgrado sobre las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química (Ciriaco y Sánchez, 2026). En ella, Andrea sintetizó su investigación de maestría sobre los materiales didácticos de Química Ambiental en una escuela secundaria técnica. Este trabajo puso en evidencia su preocupación por una enseñanza situada, capaz de articular las actividades escolares con las prácticas científicas para poder repensar la formación profesional de los estudiantes.

Andrea estaba siempre predispuesta a resolver tareas, proponer soluciones, sugerir alternativas. Su energía nos impulsaba, nos reunía y nos recordaba que las instituciones no se sostienen únicamente mediante estructuras o

reglamentos, sino gracias a las personas que deciden comprometerse con ellas. Si hoy seguimos editando *Educación en la Química*, lo hacemos también inspirados por su empeño, por su rigurosidad y por su deseo permanente de hacer crecer esta comunidad de educadoras y educadores en química.

Su ausencia deja un vacío imposible de reemplazar. Pero también nos deja una manera de trabajar, una revista fortalecida y una Asociación transformada por su paso. Continuar esta tarea no mitiga el dolor de su pérdida, pero constituye una forma de honrar aquello a lo que dedicó tanto esfuerzo.

Acompañamos con profundo afecto a su familia, a sus amistades, a sus colegas y estudiantes.

DE LA XXI REQ A LAS PÁGINAS DE EDENLAQ

Resulta especialmente significativo que este número, dedicado a recordar a Andrea, reúna varios trabajos surgidos de la XXI Reunión de Educadores en la Química, realizada en Bariloche en noviembre de 2025. La REQ fue uno de los espacios colectivos que ella contribuyó a sostener y fortalecer, convencida de su importancia para el encuentro entre docentes, investigadores, estudiantes y demás integrantes de nuestra comunidad.

De los siete trabajos originales que integran este número, cinco tienen como antecedente contribuciones presentadas en aquella reunión. La participación en la XXI REQ constituyó, en estos casos, un punto de partida: luego del encuentro, las autoras y los autores ampliaron y profundizaron sus escritos a partir de las versiones inicialmente presentadas. Posteriormente, los manuscritos fueron enviados a la revista y cumplieron el proceso editorial ordinario, incluida la evaluación por pares, bajo los mismos criterios que cualquier otro artículo recibido por *EDENLAQ*.

Este recorrido muestra la complementariedad entre la REQ y la revista. La reunión permite dar a conocer las innovaciones desarrolladas en nuestros contextos educativos, compartir investigaciones que buscan comprender los problemas de la enseñanza y generar intercambios capaces de enriquecer los trabajos. La revista, por su parte, ofrece la posibilidad de ampliar esas producciones, someterlas a la lectura crítica de especialistas y ponerlas a disposición de una comunidad más extensa. De esta manera, las investigaciones y experiencias que se discuten en el encuentro pueden, en distintos tiempos y de diferentes formas, volver a las aulas e impactar en ellas.

El proceso no concluye con este número. Otros trabajos presentados en la XXI REQ continúan actualmente su recorrido editorial. Algunos se encuentran en evaluación y otros están siendo revisados por sus autores a partir de las devoluciones recibidas. Esperamos que varios de ellos puedan incorporarse al próximo número, con el que se iniciará el volumen 33 de la revista en enero de 2027. La continuidad de este proceso expresa, una vez más, que la construcción de conocimiento y su publicación requieren tiempos, intercambios y revisiones sucesivas.

Junto con los cuatro trabajos provenientes de la XXI REQ, este número incluye una contribución sobre desarrollos socio-tecnológicos para la remoción de arsénico en agua, una experiencia de extensión abordando aspectos sobre

educación de la química ambiental y el resumen de una tesis de maestría dedicada a la historia de la enseñanza de los modelos atómicos. Como en cada edición, el número se completa con la recopilación de congresos, jornadas y seminarios de interés para nuestra comunidad.

PRESENTANDO EL SEGUNDO NÚMERO DE EDENLAQ 2026

En este segundo número del volumen 32, *Educación en la Química* reúne siete escritos que recorren diferentes niveles educativos y contextos. Las contribuciones abordan la construcción discursiva del conocimiento químico, la formación por competencias, la obsolescencia tecnológica, la formación inicial de docentes, la educación ambiental, las tecnologías para la remoción de arsénico, los modelos atómicos en los libros de texto y los espacios de encuentro de nuestra comunidad.

La sección *Investigación en Didáctica de la Química* presenta tres artículos derivados de trabajos compartidos inicialmente en la XXI REQ.

En primer lugar, Lopes da Silva, Souza y dos Santos analizan la construcción de significados científicos en tres clases de química del nivel secundario dedicadas a dispersiones y coloides, enlaces químicos y funciones orgánicas. El estudio emplea la dimensión semántica de la Teoría de los Códigos de Legitimación para caracterizar los movimientos entre conocimientos contextualizados y abstractos presentes en el discurso docente. La comparación muestra que la organización discursiva varía según el contenido y las decisiones didácticas: mientras la clase sobre dispersiones y coloides presentó una mayor articulación entre ejemplos cotidianos, demostraciones y explicaciones conceptuales, las clases sobre enlaces y funciones orgánicas se mantuvieron más próximas a discursos técnicos y clasificatorios. El trabajo destaca la importancia de que el profesorado reconozca y planifique estos movimientos discursivos para favorecer la construcción de significados químicos.

A continuación, Biotti, Olmos e Iturralde estudian una experiencia de formación docente sobre enseñanza por competencias desarrollada en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral. A partir del análisis cualitativo de las rúbricas construidas por docentes de distintas asignaturas durante un taller, las autoras identifican una incorporación inicial del enfoque por competencias, expresada en la vinculación entre los instrumentos de evaluación, los objetivos de aprendizaje y las competencias genéricas propuestas por el CONFEDI. Al mismo tiempo, reconocen dificultades para traducir competencias amplias en desempeños observables, formular criterios específicos y diferenciar con claridad los distintos niveles de las escalas. El trabajo muestra que elaborar una rúbrica no constituye solamente una tarea técnica, sino también una oportunidad para reflexionar colectivamente sobre la enseñanza y la evaluación.

Por último, Dómina, Hernández y Marrón abordan la obsolescencia programada de los teléfonos inteligentes desde una perspectiva interdisciplinaria STEAM que articula química, matemática, tecnología, ambiente y consumo. Mediante una encuesta de opinión, las autoras exploran los conocimientos y percepciones acerca de la vida útil, la composición y la disposición final de estos dispositivos. Los resultados evidencian un desconocimiento generalizado sobre los materiales que los componen y sobre

los efectos ambientales y sanitarios asociados a su producción y descarte. El estudio plantea la necesidad de generar propuestas de alfabetización científica que permitan comprender integralmente el ciclo de vida de los dispositivos electrónicos y promover decisiones de consumo y gestión de residuos más responsables.

La sección *Innovación para la Enseñanza de la Química* presenta el trabajo de Capuano y Cicutta, quienes describen una experiencia formativa desarrollada con estudiantes residentes del Profesorado de Educación Secundaria en Química del Instituto de Educación Superior "Domingo Faustino Sarmiento", de Resistencia. La propuesta articuló la enseñanza de los sistemas materiales y los métodos de separación de fases con una problemática socioambiental concreta: el reciclado de colillas de cigarrillo. La participación en una feria de ciencias del nivel superior permitió que las y los futuros docentes diseñaran, implementaran, evaluaran y comunicaran una secuencia interdisciplinaria con enfoque STEAM. La experiencia favoreció el desarrollo de capacidades vinculadas con la planificación, el trabajo colaborativo, la comunicación académica, la autonomía y la reflexión sobre la práctica, y muestra, una vez más, el potencial de las ferias de ciencias como espacios de profesionalización docente.

Finalmente, la sección *La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo* está integrada por tres escritos que relacionan la producción académica con problemas socioambientales, experiencias territoriales y trayectorias de investigación.

En primer término, Lampert, Condolucci, Díaz, Camilletti Carballo y Porro recuperan ocho años de actividades de extensión, investigación y docencia vinculadas con la remoción de arsénico en agua. El artículo compila diferentes desarrollos socio-tecnológicos sustentables y de bajo costo, así como las experiencias generadas en los conversatorios "Escuelas sin Arsénico", realizados desde 2024. Desde una perspectiva de Ciencia, Tecnología y Sociedad, estas tecnologías son presentadas no solo como posibles respuestas a una problemática sanitaria y ambiental, sino también como recursos educativos que pueden ser replicados y adaptados en instituciones formales, espacios comunitarios y propuestas de divulgación. Las experiencias muestran que su utilización favorece el interés, el involucramiento y el pensamiento crítico de quienes participan.

A continuación, Schneider y De Piante Vicín presentan una experiencia de extensión universitaria dedicada al compostaje comunitario en los barrios Alto Verde y La Boca de la ciudad de Santa Fe. Este trabajo, presentado inicialmente en la XXI REQ, describe la construcción de un sistema de tratamiento descentralizado de residuos orgánicos en articulación con cursos de formación en cocina, carpintería, herrería y albañilería. La intervención permitió abordar en contexto transformaciones fisicoquímicas y microbiológicas vinculadas con la descomposición de la materia orgánica, al mismo tiempo que fortaleció capacidades locales para diseñar, operar y sostener el sistema. La formación de agentes replicadores y la elaboración de una guía para la implementación de nuevas experiencias muestran el valor del aprendizaje situado, la integración de oficios y la economía circular para la educación ambiental.

En el tercer trabajo de la sección, Varisco, junto con su director Odetti y su codirectora Ortolani, presenta un resumen de su tesis de Maestría en

Didáctica de las Ciencias Experimentales. La investigación analiza las concepciones de ciencia y progreso científico presentes en seis libros de texto de química publicados entre 1966 y 2010, pertenecientes a la biblioteca de una escuela técnica de Paraná. Los resultados muestran el predominio de una presentación lineal, acumulativa y descontextualizada de los modelos atómicos, en la que cada modelo reemplaza al anterior y los científicos aparecen como figuras aisladas. Sin embargo, en los textos más recientes se observan algunos cambios hacia una comprensión más contextualizada, social y humana de la ciencia. La tesis destaca el papel del profesorado como mediador crítico frente a los libros de texto y la necesidad de promover una enseñanza de los modelos atómicos que incorpore controversias, contextos históricos y la provisionalidad del conocimiento científico.

Como cierre del número, Farré aporta la tradicional recopilación de congresos, jornadas y seminarios de interés para quienes enseñan e investigan en educación científica. Este mapa incluye actividades nacionales e internacionales previstas para los últimos meses de 2026 y los años siguientes, y renueva la invitación a participar de aquellos espacios en los que nuestra comunidad comparte experiencias, discute investigaciones y construye nuevos proyectos.

CONTINUAR LA HUELLA

El recorrido de este número pone de manifiesto la diversidad de problemas, niveles y contextos que atraviesan actualmente la educación química. Al mismo tiempo, permite reconocer un movimiento común: experiencias e investigaciones que nacen en las aulas, las instituciones y los territorios, se comparten en espacios colectivos, se enriquecen mediante el intercambio y encuentran en la escritura y la publicación una nueva forma de circulación.

La presencia de cinco trabajos surgidos de la XXI REQ vuelve especialmente visible ese recorrido. También lo hacen los artículos que continúan atravesando el proceso editorial y que esperamos incorporar en el próximo volumen. Sostener estos tiempos de presentación, evaluación, revisión y publicación constituye un trabajo colectivo que involucra a autores, revisores y editores. Es una tarea muchas veces silenciosa, pero indispensable para que las experiencias y las investigaciones no queden limitadas a quienes participaron de un encuentro, sino que puedan ser conocidas, discutidas y retomadas por otras personas.

Andrea comprendía profundamente el valor de esa tarea. Sabía que una comunidad se construye organizando encuentros cuando parece difícil hacerlos posibles, acompañando a quienes se animan a compartir sus trabajos y revisando minuciosamente cada artículo para ayudarlo a crecer. La REQ, la revista y la Asociación no eran para ella actividades separadas, sino distintas expresiones de un mismo compromiso con la educación química.

Al pensar esta editorial nos dijimos que este número también es para Andrea, entendemos que continuar publicando la revista, sostener los procesos que ella ayudó a fortalecer y preparar el próximo volumen constituye una forma concreta de prolongar su legado. En cada trabajo que llega, en cada revisión

y en cada nuevo encuentro permanece algo de aquel futuro que Andrea contribuyó a construir.

Germán Hugo Sánchez y María Gabriela Lorenzo

Dirección Editorial

Julio de 2026

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ciriaco, A. S. (2020). Implementación de habilidades lingüísticas específicas en el ciclo básico de educación secundaria: proyecto "Obtención de celulosa de algas patagónicas". *Educación en la Química*, 26(1), 14–22. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/103>
- Ciriaco, A. S., Jones, N. B., & Pereyra, M. V. (2020). Revisión bibliográfica sistematizada: tendencias y cambios en la enseñanza de la química argentina. *Educación en la Química*, 26(2), 139–152. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/80>
- Jones, N. B., & Ciriaco, A. (2021). Construyendo redes: CONGRIDEC 2020. III Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales y Escuela de investigadores/as en formación. *Educación en la Química*, 27(1), 130–133. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/8>
- Ciriaco, A. S. (2021). Las publicaciones sobre la enseñanza del lenguaje químico en EDENLAQ. *Educación en la Química*, 27(2), 174–182. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/56>
- Ciriaco, A. S. (2024). XX Reunión de Educadores en la Química de la República Argentina. *Educación en la Química*, 30(1), 118–122. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/183>
- Ciriaco, A., & Sánchez, G. H. (2024). Celebrando 35 años de crecimiento colectivo. *Educación en la Química*, 30(2), 129–132. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/257>
- Ciriaco, A. S., & Farré, A. S. (2025). Andoni Garritz, huellas y visiones de futuro. *Educación en la Química*, 31(2), 80–89. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/203>
- Ciriaco, A. S., & Sánchez, G. H. (2026). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química: aportes de dos tesis de posgrado. *Educación en la Química*, 32(1), 38–48. <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23449683/gaa8cueb>

Investigación en didáctica de la Química

UN ANÁLISIS SEMÁNTICO DE LA CONSTRUCCIÓN DE SIGNIFICADOS LAS CLASES DE QUÍMICA

Rivaldo Lopes da Silva¹, Luma Vitória de O. Souza², Bruno Ferreira dos Santos²

1- *Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Brasil.*

2- *Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Brasil.*

E-mail: rivaldo.silva@gfe.ufsb.edu.br

Recibido: 13/05/2026. Aceptado: 03/07/2026.

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23449683/34b9vnatr>

Resumen. El estudio de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias exige analizar cómo se organiza y legitima el conocimiento en el aula. Este trabajo utiliza la Teoría de los Códigos de Legitimación, enfocándose en su dimensión semántica, que considera la densidad y la gravedad semánticas para identificar perfiles discursivos. Se analizaron tres clases de química de secundaria sobre dispersiones y coloides, enlaces químicos y funciones orgánicas. A través del análisis, se identificaron distintos perfiles semánticos y variaciones en la contextualización del conocimiento. Se analizaron y compararon tres clases de química de secundaria sobre dispersiones y coloides, enlaces químicos y funciones orgánicas. A través de este análisis, se identificaron perfiles semánticos distintos y variaciones en la contextualización de los conocimientos. Los resultados muestran que los docentes organizaron sus discursos de forma diversa según el contenido, lo que influye directamente en la construcción de significados científicos. El estudio destaca la importancia de las elecciones discursivas del profesorado en la enseñanza de las ciencias, subrayando cómo estas decisiones impactan en la forma en que los estudiantes acceden y comprenden el conocimiento científico.

Palabras clave: perfil semántico, análisis del discurso, discurso en el aula

An analysis of the construction of meaning in chemistry classes

Abstract. The study of science teaching and learning requires an analysis of how knowledge is organized and legitimized in the classroom. This study employs the Theory of Legitimation Codes, focusing on its semantic dimension, which considers semantic density and gravity to identify discursive profiles. Three high school chemistry classes on dispersions and colloids, chemical bonds, and organic functions were analyzed. Through the analysis, distinct semantic profiles and variations in the contextualization of knowledge were identified. Three high school chemistry lessons on dispersions and colloids, chemical bonds, and organic functions were analyzed and compared. Through this analysis, distinct semantic profiles and variations in the contextualization of knowledge were identified. The results show that teachers organized their discourses in diverse ways depending on the content, which directly influences the construction of scientific meanings. The study highlights the importance of teachers' discursive choices in science education, emphasizing how these decisions impact the way students access and understand scientific knowledge.

Keywords: semantic profile, discourse analysis, classroom discourse



Uma análise da construção de significado em aulas de química

Resumo. O estudo do ensino e da aprendizagem das ciências requer uma análise de como o conhecimento é organizado e legitimado na sala de aula. Este estudo emprega a Teoria dos Códigos de Legitimação, com foco em sua dimensão semântica, que considera a densidade e a gravidade semânticas para identificar perfis discursivos. Foram analisadas e comparadas três aulas de química do ensino médio sobre dispersões e coloides, ligações químicas e funções orgânicas. Por meio da análise, foram identificados perfis semânticos distintos e variações na contextualização do conhecimento. Os resultados mostram que os professores organizaram seus discursos de diversas maneiras, dependendo do conteúdo, o que influencia diretamente a construção de significados científicos. O estudo destaca a importância das escolhas discursivas dos professores na educação científica, enfatizando como essas decisões impactam a maneira como os alunos acessam e compreendem o conhecimento científico.

Palavras-chave: perfil semântico, análise do discurso, discurso em sala de aula

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências enfrenta inúmeros desafios nos diferentes níveis de escolarização. Entre eles, destacam-se a dificuldade dos estudantes em atribuir sentido aos conteúdos ensinados e a fragmentação desses conteúdos que costuma caracterizar o ensino das disciplinas científicas. Ambos os aspectos são obstáculos à apropriação dos conhecimentos. Essa realidade contribui para a percepção geral de que o conhecimento científico é algo complexo e pouco aplicável à vida cotidiana, o que configura um conhecimento descontextualizado e pouco acessível (Mortimer & Scott, 2002; Santos & Mortimer, 2019). Diante desse cenário, torna-se relevante investigar de que modos o conhecimento científico é mobilizado e legitimado nas práticas de sala de aula, bem como compreender como as diferentes escolhas discursivas e didáticas assumidas pelos docentes configuram a construção de significados em sala de aula. Nesse sentido, a Teoria dos Códigos de Legitimação (TCL) surge como uma poderosa ferramenta teórica e metodológica ao integrar aspectos sociais e epistemológicos em torno do conhecimento. Essa teoria permite examinar as formas de organização e circulação do conhecimento em práticas sociais, como a educação (Santos et al., 2024).

A TCL está estruturada multidimensionalmente, e suas dimensões são chamadas de Especialização, Semântica, Autonomia e Temporalidade (Wilmot, 2019). Dentre essas dimensões, a Semântica tem se destacado na pesquisa em educação científica, pois essa dimensão tem possibilitado investigar como os significados são discursivamente construídos (Santos & Mortimer, 2019; Pinto & Wartha, 2021).

Embora a dimensão Semântica da Teoria dos Códigos de Legitimação já tenha sido utilizada em estudos sobre o ensino de Química, ainda são escassas análises comparativas entre diferentes conteúdos curriculares. Ao contrastar três aulas de Química, este estudo amplia a compreensão sobre a relação entre conteúdo, escolhas didáticas e construção de significados científicos.

Com base nessas considerações, a presente pesquisa tem como objetivo principal caracterizar e contrastar práticas discursivas de aulas de Química à luz da dimensão Semântica da TCL. Além disso, busca compreender como os perfis semânticos associados às práticas se relacionam com a construção de significados e a organização do conhecimento químico no ensino. Portanto,

faz-se uso da dimensão Semântica para responder às seguintes perguntas: Que tipos de perfis semânticos são característicos de práticas discursivas em aulas de Química? Quais as relações entre esses perfis e a organização do conhecimento químico em sala de aula? Para tanto, analisamos o discurso de aulas de Química ministradas por três professores em diferentes escolas, fazendo uso de instrumentos para a análise da dimensão Semântica desenvolvidos por Santos e Mortimer (2019).

MARCO TEÓRICO

A dimensão Semântica da TCL está organizada em torno de dois conceitos: a Gravidade Semântica (GS) e a Densidade Semântica (DS). GS refere-se à relação entre significado e contexto: quanto mais vinculado a situações particulares, mais forte (GS+); quanto mais abstrato e generalizável, mais fraco (GS–) (Maton, 2013, 2020). A DS diz respeito à condensação de significados nos signos: níveis mais fortes (DS+) concentram maior complexidade conceitual, enquanto níveis mais fracos (DS–) expressam formas mais simples e menos técnicas (Maton, 2013; Santos & Mortimer, 2019).

Os conceitos de gravidade semântica (GS) e densidade semântica (DS) apresentam um continuum de forças relativas, o que origina um gradiente de seus valores nas práticas discursivas. A movimentação do discurso entre diferentes níveis de abstração e complexidade, de acordo com Maton (2013), dá origem aos perfis semânticos. Um perfil semântico é constituído pelas variações de GS e DS ao longo do tempo no discurso. Sua representação em um plano cartesiano configura-se, portanto, como um recurso analítico para evidenciar os padrões dessas variações e a distribuição dos significados ao longo da prática (ver Figura 1).

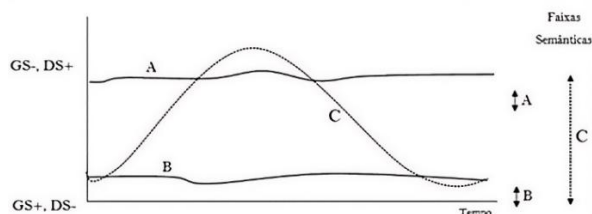


Figura 1. Perfis e intervalos semânticos (Santos & Mortimer, 2019, p. 70)

Para Maton (2013), o conhecimento em um discurso pode se movimentar por meio dos perfis semânticos. Na figura 1, o perfil A representa um perfil de linha plana associado a um conhecimento mais abstrato e técnico, caracterizado por uma gravidade semântica mais fraca (GS–) e uma densidade semântica mais forte (DS+). Já o perfil B corresponde a um perfil de linha plana associado a um conhecimento mais contextualizado e mais simples, representado por uma gravidade semântica mais forte (GS+) e por uma densidade semântica mais fraca (DS–). Diferentemente, o perfil C configura o perfil de uma onda semântica, pois nele o conhecimento se alterna entre o abstrato e o concreto, e entre o simples e o complexo, promovendo deslocamentos de significados. No discurso de sala de aula, essa oscilação é considerada didaticamente mais produtiva, pois este perfil favorece a acumulação do conhecimento (Maton, 2013).

Os perfis semânticos permitem visualizar os movimentos do discurso pedagógico ao longo do tempo, indicando deslocamentos entre níveis concretos e abstratos, simples e complexos, ou a ausência de variações. Esses movimentos são essenciais no ensino de Ciências, pois a aprendizagem conceitual requer articular experiências cotidianas, representações simbólicas e modelos teóricos, envolvendo diferentes níveis de abstração e complexidade (Santos & Mortimer, 2019; Maton, 2020).

No caso do discurso de sala de aula de Química, a análise semântica se faz relevante, tendo em vista que a aprendizagem dessa área do conhecimento requer a integração entre diferentes aspectos do conhecimento químico conforme caracterizados na figura 2.

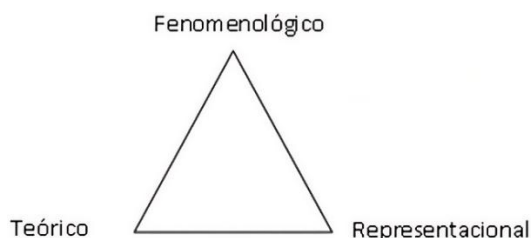


Figura 2. Aspectos do conhecimento químico (Mortimer et al., 2000, p. 277)

As transições entre níveis do conhecimento químico favorecem uma compreensão mais ampla ao conectar diferentes aspectos; sua ausência pode gerar um ensino excessivamente abstrato, centrado em fórmulas, ou simplificado demais, sem integração conceitual. Assim, a análise dos perfis semânticos permite avaliar se o discurso pedagógico promove a construção e acumulação de significados científicos ou se permanece restrito ao seu contexto (Santos & Mortimer, 2019; Silva & Santos, 2021; Silva, 2023).

METODOLOGIA

A presente pesquisa enquadra-se como uma pesquisa qualitativa e adota uma abordagem de cunho interpretativo, orientada pela compreensão dos significados produzidos pelos sujeitos no contexto das interações em sala de aula. Nessa perspectiva, a investigação desenvolve-se em ambiente natural, sem intervenção dos pesquisadores, com foco nos processos, sentidos e interpretações construídas nas interações com a prática social (Bogdan & Biklen, 1994).

Investigamos o discurso de aulas de Química ministradas por três professores em diferentes escolas. Caracteriza-se como estudo de casos múltiplos, permitindo identificar padrões e variações nas práticas pedagógicas em diferentes contextos (Bogdan & Biklen, 1994). A seleção dos participantes foi por amostragem intencional, o que permitiu a escolha de sujeitos que apresentavam características relevantes para o fenômeno investigado (Patton, 2014). Consideramos como critérios de seleção a) atuação em turmas regulares do Ensino Médio; b) disponibilidade e autorização para registro audiovisual das aulas; e (c) pertencerem a diferentes contextos escolares, contemplando a diversidade de realidades educacionais.

Cada aula analisada neste artigo corresponde à primeira de uma sequência de ensino que introduziu um novo conteúdo curricular, por considerarmos

que este momento costuma demandar maior mobilização de diferentes estratégias discursivas por parte do professor. Os conteúdos corresponderam àqueles trabalhados no momento em que fomos autorizados a registrar as aulas desses professores, no segundo semestre letivo de 2024. Cabe ressaltar que os conteúdos não foram previamente definidos pelos pesquisadores, mas corresponderam aos tópicos em desenvolvimento do programa escolar no momento da coleta de dados.

Para preservar as identidades dos professores e as instituições escolares, optamos por atribuir nomes fictícios para ambos. O quadro 1 apresenta essa identificação fictícia e os respectivos conteúdos das aulas analisadas.

Quadro 1. Identificação dos sujeitos e instituições

Escola	Professor	Conteúdo da aula
França	Antoine Lavoisier	Dispersões e coloides
Polônia	Marie Curie	Ligações químicas
Estados Unidos	Frances Arnold	Funções orgânicas

Fonte: Elaboração própria

Para a construção dos dados empíricos para essa pesquisa, as aulas foram videogravadas e transcritas em sua íntegra, preservando elementos verbais e não verbais relevantes à análise. Além disso, foram incorporadas às transcrições representações visuais utilizadas durante as aulas, tais como imagens projetadas, esquemas e registros no quadro.

A análise ocorreu em três etapas. Na primeira, as transcrições foram segmentadas em episódios, conforme Altet (2000), para observar as decisões didáticas na organização do conhecimento em aula. Na segunda, o corpus foi analisado por meio dos dispositivos de tradução para GS e DS, desenvolvidos por Santos e Mortimer (2019), que relacionam enunciados discursivos e recursos semióticos aos respectivos níveis dessas dimensões. Já empregados em pesquisas fundamentadas na dimensão Semântica da TCL, esses dispositivos conferem maior consistência à análise.

O quadro 2 apresenta o instrumento utilizado.

A terceira etapa consistiu na interpretação dos perfis semânticos, visando compreender os movimentos de GS e DS no discurso docente conforme as estratégias didáticas adotadas. Essa análise permitiu identificar padrões discursivos nas práticas pedagógicas e discutir suas implicações para o ensino de Química, especialmente na mediação entre conhecimentos cotidianos e científicos.

Quadro 2. Níveis da gravidade semântica para o conhecimento químico

Gravidade Semântica	Nível	Forma	Descrição	Exemplo
FRACA   FORTE	GS--	Abstração	Apresenta um princípio geral.	Lei, princípio
	GS-	Generalização	Observação geral ou esboça uma conclusão generalizada sobre um referente abstrato.	Padrão, modelo
	GS+	Explicação	Descreve o comportamento de uma classe de referentes.	Relação entre propriedades e o comportamento dos referentes.
	GS++	Descrição	Descreve um referente específico presente ou lembrado da vida cotidiana.	Caso, particularidade

Fonte. Santos e Mortimer (2019)

O quadro 3 apresenta o instrumento utilizado na análise da densidade semântica nos episódios.

Quadro 3. Níveis da densidade semântica para o conhecimento químico

Densidade Semântica	Nível	Forma	Descrição	Exemplo
FORTE   FRACA	DS++	Simbólica	Uso de símbolos químicos, diagramas, gráficos ou imagens.	Diagrama de mudanças de fases de um líquido.
	DS+	Conceitual submicroscópica	Requer a compreensão da teoria corpuscular para a explicação do fenômeno.	Associação entre a temperatura de ebulição de um líquido e suas propriedades moleculares.
	DS-	Conceitual macroscópica	Relaciona conceitos científicos com aspectos macroscópicos do fenômeno.	Associação entre evaporação e a temperatura de ebulição de um líquido.
	DS--	Macroscópica ou fenomenológica	Relaciona conceitos empregados na linguagem cotidiana com o fenômeno.	Associação entre a evaporação de um líquido com a descrição empírica da observação.

Fonte. Santos e Mortimer (2019)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise e o contraste entre os perfis semânticos permitiram identificar diferenças significativas na forma como cada professor organizou discursivamente o conhecimento químico em suas aulas. Essas diferenças permitiram observar distintos modos de legitimação do conhecimento, o que reforça o papel da linguagem na mediação da aprendizagem (Mortimer & Scott, 2002).

Conforme Maton (2013, 2020) argumenta, o que caracteriza um discurso como pedagogicamente produtivo é a amplitude e os deslocamentos semânticos ao longo do tempo. Assim, o exame dos perfis das variações da Gravidade Semântica e da Densidade Semântica permitiu estabelecer como cada professor promoveu transições entre os diferentes níveis do conhecimento químico.

A Figura 3 apresenta o perfil semântico da aula sobre dispersões e colóides, do professor Antoine Lavoisier, na escola França.

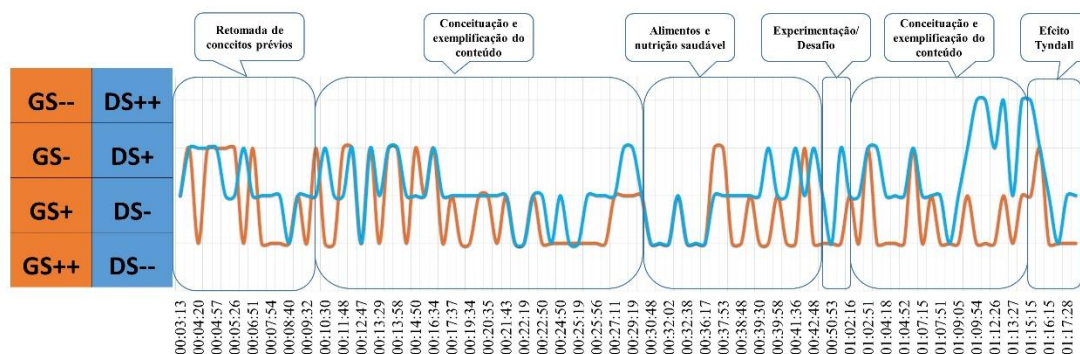


Figura 3. Perfil semântico da aula sobre dispersões e colóides (Elaboração própria)

A aula sobre dispersões e colóides teve seis episódios distribuídos em aproximadamente 100 minutos de aula, e apresentou o perfil com maior frequência de ondas e de amplitude de variações entre níveis de GS e DS. O professor Antoine Lavoisier, ao longo da aula, desenvolve um padrão em que ele introduz um conceito, exemplifica com situações cotidianas, retoma o modelo teórico e, em seguida, relaciona com observações. Essa dinâmica promove variações contínuas entre níveis mais abstratos e mais contextualizados, bem como entre a linguagem técnica e conceitual e a linguagem descritiva.

A aula alterna momentos de GS mais fraca, ao apresentar explicações conceituais, definições e princípios sobre dispersões, colóides e soluções, com momentos de GS mais forte, ao mobilizar situações particulares e descrições qualitativas de fenômenos, como misturas presentes em alimentos e produtos presentes no cotidiano dos estudantes. O professor fortalece a DS ao utilizar termos técnicos, símbolos e diagramas, recorrendo ao nível representacional/simbólico da química, e a enfraquece ao tornar o discurso mais descritivo e contextualizado, apoiando-se nas experiências dos estudantes.

Essa estratégia resultou em um perfil semântico que apresenta ondas com grande amplitude e com ondas semânticas completas, do tipo que Maton

(2013) caracteriza como “ondas semânticas produtivas”, ao conectar conceitos científicos abstratos à realidade dos estudantes e à prática experimental. Esse padrão de variação semântica, marcado pela alternância entre explicações conceituais, exemplos cotidianos e experimentação, aproxima-se do que Andrade e Wartha (2020) denominam de perfis semânticos completos em aulas de Química. Segundo os autores, tais amplitudes semânticas contribuem para integrar o conhecimento científico a contextos significativos, o que se confirma na presente análise.

A Figura 4 apresenta o perfil semântico da aula sobre ligações químicas, da professora Marie Curie, na escola Polônia.

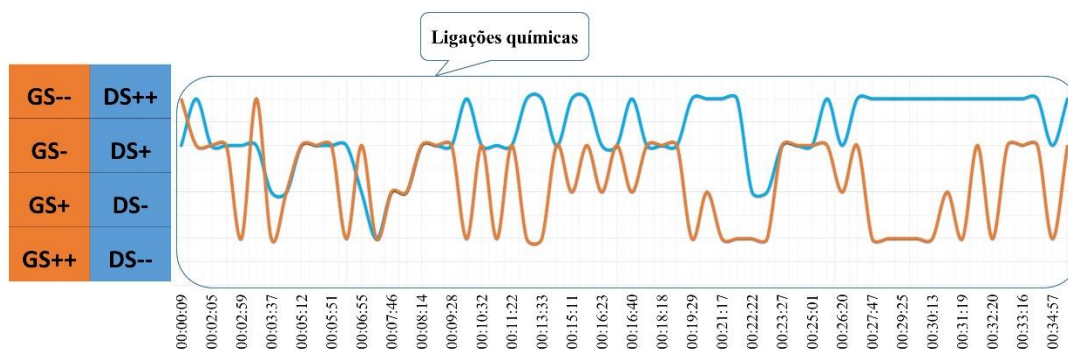


Figura 4. Perfil semântico da aula sobre ligações químicas (Elaboração própria)

Na aula sobre ligações químicas, que abrangeu um único episódio de aproximadamente 50 minutos, a professora Marie Curie desenvolveu um padrão discursivo caracterizado por menor amplitude semântica quando comparado à aula anteriormente analisada, com predominância de níveis de conhecimento mais abstratos e tecnicamente complexos. A organização didática da aula é baseada em definição, classificação e por breves exemplos. A professora apresenta um conceito, descreve suas características e passa ao tópico conceitual seguinte. Essa organização mantém o discurso em um intervalo relativamente estreito de amplitude semântica.

Nessa aula, a GS varia, em geral, entre níveis intermediários, aproximando-se mais de um conhecimento generalizado sobre referentes abstratos. Embora ocorram momentos pontuais de exemplificação, eles aparecem como inserções breves no discurso. Em sua aula, Marie Curie apresenta os tipos de ligação química, diferenciando ligações iônicas, covalentes e metálicas com base no comportamento dos elétrons das camadas externas dos átomos, o que mantém a GS em níveis mais fracos, pois o discurso permanece grande parte do tempo no plano dos modelos teóricos.

Em relação à DS, observamos uma permanência mais frequente nos níveis mais fortes, decorrente do uso contínuo de linguagem técnica e de conceitos que condensam múltiplos significados. A apresentação de estruturas e modelos explicativos contribui para essa maior densidade, exigindo a mobilização de conhecimentos teóricos e condensam significados complexos associados à estrutura eletrônica e às interações entre átomos.

Esse perfil semântico, caracterizado por DS elevada e variação da GS em níveis intermediários, indica um discurso conceitualmente denso, com pouca articulação entre contextos. Esse perfil dialoga com Oliveira et al. (2024), que

observaram que a densidade semântica do discurso docente se intensifica quando o professor privilegia uma linguagem técnica e especializada, reduzindo o espaço para movimentos de conexão com situações particulares, o que pode dificultar a compreensão pelos estudantes.

A Figura 5 apresenta o perfil semântico da aula sobre funções orgânicas, da professora Frances Arnold, na escola Estados Unidos.

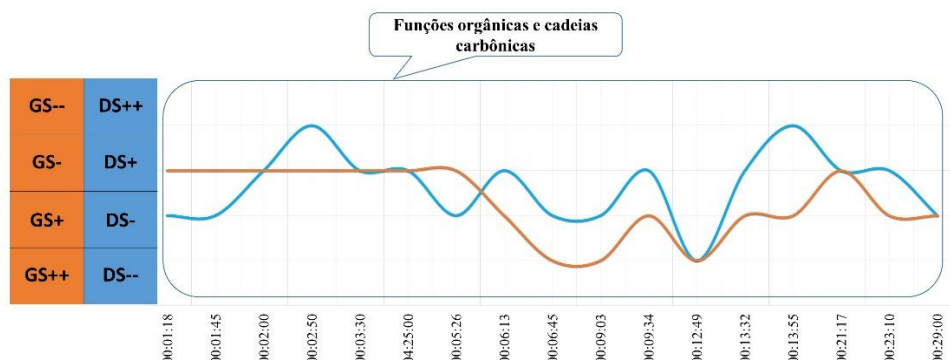


Figura 5. Perfil semântico da aula sobre funções orgânicas (Elaboração própria)

A aula da professora Frances Arnold, também ocupada por um único episódio de aproximadamente 50 minutos, apresentou os hidrocarbonetos como primeira classe das funções orgânicas, e abordou suas propriedades, estrutura e nomenclatura.

A GS permanece relativamente fraca na primeira metade da aula, pois a exposição se mantém no nível de generalização, sem recorrer a exemplos. A partir do sexto minuto, Frances Arnold passa a alternar entre contextualização, com exemplos de hidrocarbonetos, e maior abstração, relacionada às estruturas químicas. Destaca-se o uso de uma analogia com nomes próprios para explicar “prefixo, infixos e sufixo”, estratégia que fortalece a GS ao aproximar o conteúdo do cotidiano dos estudantes.

Ao trabalhar a identificação de grupos funcionais e estruturas químicas, observamos o fortalecimento da DS, pois a explicação envolve propriedades químicas e reatividade. A DS permanece, na maior parte do tempo, em níveis intermediários, com linguagem técnica presente, mas menos presente que na aula de Marie Curie.

Esse padrão resulta em um perfil semântico com amplitude restrita, no qual o discurso se movimenta entre níveis próximos de GS e DS. Tal resultado sugere que a simples presença de exemplos ou analogias não é suficiente para produzir ondas semânticas amplas. É necessário que esses elementos sejam integrados à explicação conceitual e retomados ao longo do discurso. Como esses movimentos ocorreram de forma limitada, o perfil da aula de funções orgânicas apresenta menor amplitude geral.

A respeito das aulas analisadas, é importante lembrar que cada uma abordava conteúdos distintos, o que influencia as possibilidades de contextualização e de transição entre os níveis do conhecimento químico. Nesse sentido, Zabala (2015) destaca que a distinta natureza dos conteúdos exige abordagens didáticas específicas, com diferentes graus de contextualização e aplicação. Entretanto, a comparação entre as três aulas

permite inferir que as diferenças nos perfis semânticos não se devem apenas à natureza do conteúdo. Embora temas como ligações químicas e funções orgânicas exijam maior abstração, as estratégias didáticas mostraram-se decisivas para os perfis semânticos de cada aula. A aula sobre dispersões e coloides apresentou maior amplitude pela frequente articulação entre experimentação, exemplificação e explicação conceitual; a aula sobre ligações químicas manteve-se mais abstrata e densa, com contextualizações pontuais; e a aula sobre funções orgânicas apresentou exemplificações, porém pouco integradas à explicação conceitual.

De modo geral, os três perfis sugerem que o discurso em aulas de Química depende tanto da natureza do conteúdo quanto das escolhas didáticas. A comparação com estudos anteriores indica que aulas que articulam conceitos abstratos, exemplos cotidianos e práticas experimentais tendem a produzir ondas semânticas mais produtivas (Andrade & Wartha, 2020; Oliveira et al., 2024). Em contrapartida, a predominância de explicações técnicas ou definições formais gera um achatamento do perfil semântico, com menor amplitude e possíveis limitações à compreensão dos estudantes.

Assim, cabe ao professor reconhecer essas especificidades e planejar suas ações conforme os objetivos de aprendizagem. Nessa direção, Uberti (2013) defende que o discurso e as ações pedagógicas são orientados por uma racionalidade intencional que se materializa em intervenções planejadas. Conforme Maton (2014), ao alternar entre conhecimento especializado e cotidiano, o professor promove movimentos entre diferentes níveis de abstração e contextualização, favorecendo a construção de significados científicos. Assim, mais do que a presença de oscilações, é a amplitude e a intencionalidade desses movimentos que contribuem para esse processo em sala de aula.

CONCLUSÕES

A análise dos perfis semânticos das três aulas evidenciou que as variações de Gravidade Semântica (GS) e Densidade Semântica (DS) relacionam-se às estratégias didáticas e à organização discursiva dos conteúdos químicos. Ao considerar momentos de contextualização, analogias, sistematização conceitual e atividades de aplicação, identificaram-se deslocamentos entre níveis de abstração e contextualização, configurando diferentes amplitudes de ondas semânticas.

A aula sobre dispersões e coloides apresentou maior amplitude semântica, alternando exemplos do cotidiano, atividade demonstrativa e explicações conceituais, com variações de GS e DS entre níveis concretos e abstratos. A aula de ligações químicas caracterizou-se por explicações técnicas e representações simbólicas, com pouca contextualização, mantendo GS fraca e DS elevada. Já a aula de funções orgânicas concentrou-se na classificação dos hidrocarbonetos e na nomenclatura, utilizando analogias e exemplos pontuais, o que resultou em pequenas variações de GS e maior estabilidade da DS.

As diferentes configurações dos perfis semânticos observadas nas aulas analisadas indicam que não apenas a natureza do conteúdo, mas sobretudo

as escolhas discursivas e didáticas dos docentes mostram-se relacionadas com as possibilidades de articulação entre níveis de abstração, tecnicidade e contextualização do conhecimento químico.

Nosso estudo reforça a relevância da TCL, por meio de sua dimensão semântica, como um referencial potente para o estudo, análise e caracterização da linguagem em aulas de Química, ao permitir tornar visíveis padrões discursivos frequentemente implícitos nas práticas pedagógicas. Ao demonstrar que aulas com maior presença de ondas semânticas apresentam maior potencial para favorecer a construção de significados científicos, o estudo contribui para o debate contemporâneo sobre práticas de ensino que promovam aprendizagens mais significativas e epistemicamente orientadas (Almeida & Santos, 2023).

Quanto à formação docente, os resultados reforçam a importância de estimular maior consciência sobre o papel da linguagem e das escolhas discursivas na mediação do conhecimento. Com essa conscientização, professores de Química podem compreender suas práticas discursivas como produto de intencionalidade didática que requer planejamento, considerando as realidades dos estudantes, das instituições, dos currículos e dos conteúdos ensinados. Isso implica investir em processos formativos que possibilitem planejar e implementar estratégias que favoreçam a construção de ondas semânticas produtivas, articulando intencionalmente diferentes níveis de gravidade e densidade semântica.

Contudo, esse estudo tem como maior limitação o número reduzido de casos analisados, o que sugere a necessidade de ampliar o estudo em contextos diversos. Apesar disso, a pesquisa reforça a produtividade da Teoria dos Códigos de Legitimação como ferramenta teórico-metodológica para compreender o papel da linguagem no ensino de Química, apontando caminhos para a formação docente e novas investigações sobre práticas discursivas no ensino de Ciências.

Por fim, esperamos que este estudo abra caminhos para novas pesquisas que explorem de forma mais aprofundada as relações entre discurso pedagógico, organização do conhecimento e aprendizagem em Química, contribuindo para o avanço da área de Educação em Ciências e para o aprimoramento das práticas docentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, L. A., & Santos, B. F. (2023). Um dispositivo de tradução para o estudo da gravidade semântica em textos de Química. En Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Campina Grande, PB: Realize Editora.
- Altet, M. (2000). Análise das práticas dos professores e das situações pedagógicas. Porto Editora.
- Andrade, D. G., & Wartha, E. J. (2020). Construção de perfis semânticos em aulas de Química. En Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) (pp. 1079–1092).

- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora.
- Jiménez, J. P. C., Melo, G., Bacigalupo, F., & Manghi, D. (2016). Olas de significado en la interacción profesor-alumno: Análisis de dos clases de Ciencias Naturales de un 6to de primaria. *Ciência & Educação*, 22(2), 335–350. <https://doi.org/10.1590/1516-731320160020006>
- Maton, K. (2013). *Knowledge and knowers: Towards a realist sociology of education*. Routledge.
- Maton, K. (2014). Building powerful knowledge: The significance of semantic waves. En B. Barrett & E. Rata (Eds.). *Knowledge and the future of the curriculum* (pp. 181–197). Palgrave Macmillan.
- Maton, K. (2020). *Semantic waves: Context, complexity and autonomy*. Routledge.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2002). *Meaning making in secondary science classrooms*. Open University Press.
- Mortimer, E. F., Machado, A. H., & Romanelli, L. I. (2000). A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, 23, 273–283. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000200002>
- Oliveira, L., Silva, P. S., Felix, M. A. C., & Almeida, L. T. G. (2024). Densidade semântica do discurso de um professor ao abordar o tema fertilizantes em aulas de Química. *Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática*, 8(2), 329–353. <https://doi.org/10.33238/ReBECCEM.2024.v.8.n.2.329-353>
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice*. Sage.
- Pinto, A. P., & Wartha, E. J. (2021). Rodas de conversa no ensino de Ciências: Uma análise a partir da dimensão semântica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 26(2), 430–452. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n2p430>
- Santos, B. F. D., Cutrera, G., Souza, R. V. D., & Santana, B. D. S. (2024). A Teoria dos Códigos de Legitimação e a pesquisa em Educação em Ciências: convergências e possibilidades. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*, 14(2), 93–114.
- Santos, B. F., & Mortimer, E. F. (2019). Ondas semânticas e a dimensão epistêmica do discurso na sala de aula de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24(1), 62–80. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p62>
- Silva, R. L. (2023). *Perguntas em aulas de Química: Identificação, caracterização e análise da apropriação da dimensão epistêmica da Química* (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo).
- Silva, R. L., & Santos, B. F. (2021). The epistemic dimension in the approach to questioning in chemistry classes: A comparative study of pedagogical practice in different social contexts. *International Journal of Science*

- Education, 43(15), 2534-2554.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1973142>
- Uberti, L. (2013). Intencionalidade educativa. *Educação & Realidade*, 38(4), 1223–1242. <https://doi.org/10.1590/S2175-62362013000400010>
- Wilmot, K. (2019). Legitimation Code Theory: A sociological toolkit for knowledge-building practices. *Journal of Education*, 74, 7–27. <https://doi.org/10.17159/2520-9868/i74a01>
- Zabala, A. (2015). *A prática educativa: Como ensinar*. Penso.

Investigación en didáctica de la Química

REFLEXIÓN Y ANÁLISIS SOBRE LA ENSEÑANZA POR COMPETENCIAS EN ASIGNATURAS DE QUÍMICA UNIVERSITARIA

Romina Biotti¹, Graciela Olmos¹, Cristina Iturralde²

1- Universidad Nacional de Litoral, Facultad de Ingeniería Química, Argentina.

2- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Argentina.

E-mail: romina.biotti@gmail.com, olmosgra@gmail.com, citurral@fio.unicen.edu.ar

Recibido: 15/05/2026. Aceptado: 06/07/2026.

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23449683/49eoap0oj>

Resumen. En Argentina, desde hace unos 20 años se debate la formación de profesionales universitarios desde un enfoque por competencias. El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) promueve este enfoque especialmente en las carreras de ingeniería. La Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la Universidad Nacional del Litoral participa de esta realidad y, en el marco de un proyecto de investigación en educación, se diseñó y desarrolló un taller de capacitación docente sobre enseñanza por competencias. El objetivo del taller fue promover la reflexión sobre la enseñanza por competencias en las asignaturas de estas carreras, a la luz de marcos teóricos actuales. La metodología utilizada fue un enfoque cualitativo de carácter descriptivo-interpretativo orientado al análisis de las rúbricas elaboradas por los docentes que participaron del taller. El análisis de las rúbricas elaboradas por los docentes permitió identificar que los participantes lograron vincular los instrumentos construidos con objetivos de aprendizaje específicos y con competencias genéricas definidas por el CONFEDI.

Palabras claves: enseñanza por competencias, formación docente en ingeniería, rúbricas

Reflection and analysis on competency-based teaching in university chemistry courses

Abstract. In Argentina, there has been a debate for about 20 years regarding the training of university professionals using a competency-based approach. The Federal Council of Engineering Deans (CONFEDI) promotes this approach, particularly in engineering programs. The Faculty of Chemical Engineering (FIQ) at the National University of the Littoral is part of this effort, and as part of an educational research project, it designed and developed a faculty training workshop on competency-based teaching. The workshop's objective was to encourage reflection on competency-based teaching in the courses of these programs, in light of current theoretical frameworks. The methodology used was a qualitative, descriptive-interpretive approach focused on analyzing the rubrics developed by the faculty members who participated in the workshop. Analysis of the rubrics developed by the faculty revealed that the participants were able to link the instruments they created to specific learning objectives and to generic competencies defined by CONFEDI.

Keywords: competency-based education, engineering teacher education, rubrics



Reflexão e análise sobre o ensino por competências em disciplinas de química universitária

Resumo. Na Argentina, há cerca de 20 anos, debate-se a formação de profissionais universitários a partir de uma abordagem por competências. O Conselho Federal de Decanos de Engenharia (CONFEDI) promove essa abordagem especialmente nos cursos de engenharia. A Faculdade de Engenharia Química (FIQ) da Universidade Nacional do Litoral participa dessa realidade e, no âmbito de um projeto de pesquisa em educação, foi planejada e desenvolvida uma oficina de formação docente sobre o ensino por competências. O objetivo da oficina foi promover a reflexão sobre o ensino por competências nas disciplinas desses cursos, à luz de referenciais teóricos atuais. A metodologia utilizada consistiu em uma abordagem qualitativa, de caráter descritivo-interpretativo, orientada à análise das rubricas elaboradas pelos docentes que participaram da oficina. A análise das rubricas elaboradas pelos docentes permitiu identificar que os participantes conseguiram relacionar os instrumentos construídos a objetivos específicos de aprendizagem e às competências genéricas definidas pelo CONFEDI.

Palavras-chave: ensino por competências, formação docente em engenharia, rubricas

INTRODUCCIÓN

La formación de profesionales universitarios con un enfoque por competencias se discute en Argentina desde hace aproximadamente más de dos décadas.

En el 2007 el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) elaboró un documento que sentó las bases para la enseñanza basada en competencias. El Libro Rojo (CONFEDI, 2018) propone un modelo de formación basado en el estudiante, retomando la clasificación de las competencias de egreso de los ingenieros argentinos en Competencias Genéricas y Competencias Específicas. En relación a las Competencias Genéricas, las definió como un conjunto de saberes comunes que los estudiantes deberían construir a lo largo de su paso por la universidad independientemente de los estudios cursados. A partir de ello en diversas facultades de ingeniería se comenzó a trabajar en este campo, y es en los últimos años que comienzan a ponerse en marcha planes de estudio que incluyen la formación de ingenieros con este enfoque. Según el CONFEDI, el objetivo de este enfoque es que el alumnado pueda continuar aprendiendo en el futuro por sí solo.

La Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la UNL no es ajena a esta realidad. En el año 2017 un grupo de docentes decidieron abordar el tema desde la investigación educativa enfocada a los instrumentos de evaluación aplicados en las distintas asignaturas y la enseñanza por competencias (Acosta et al., 2025).

Como cierre del proyecto "Acercamiento a los instrumentos de evaluación. Análisis a través de rúbricas creadas en base a las competencias genéricas para las carreras de la Facultad de Ingeniería Química" a fines del año 2024 se realizó un taller para docentes de las carreras de la FIQ-UNL. El mismo tuvo como finalidad promover la reflexión sobre la enseñanza por competencias en las asignaturas de dichas carreras a la luz de marcos teóricos actuales. Participaron docentes de las distintas carreras de la FIQ-UNL y pertenecientes a asignaturas que se encuentran tanto en el ciclo inicial como en el ciclo superior. A partir de la discusión se acordaron lineamientos

teóricos que se emplearon para la elaboración de rúbricas por parte de los participantes.

El objetivo de este trabajo es analizar las características de las rúbricas elaboradas por docentes universitarios en el marco del mencionado taller, poniendo especial atención en la manera en que las competencias genéricas se traducen en criterios, desempeños y evidencias de evaluación.

FUNDAMENTACIÓN

Facilitar el desarrollo de competencias requiere repensar las estrategias de enseñanza para que las y los estudiantes puedan realizar actividades que les permitan avanzar en ese desarrollo. Siendo además necesario revisar y repensar el proceso de evaluación para incluir estrategias que permitan evaluar y acreditar el desarrollo de competencias. Obtener evidencias del desarrollo de las competencias requerirá del diseño de situaciones de evaluación adecuadas (Iturralde, 2023).

Las estrategias de enseñanza son modos de pensar la clase, son opciones y posibilidades para que algo sea enseñando, son decisiones creativas para compartir con los alumnos y para favorecer su proceso de aprender, son una variedad de herramientas artesanales con la que se cuenta para entusiasmar en una tarea que, para que resulte, debe favorecer el compromiso en su hacer (Anijovich y Mora, 2009, p. 7).

En este contexto (Tobón et al., 2010) sostienen que la evaluación de los aprendizajes es uno de los aspectos centrales del proceso de planeamiento de las situaciones de enseñanza y de aprendizaje a la que deben abocarse los docentes. La evaluación debe estar en consonancia con las estrategias de enseñanza seleccionadas y las actividades de aprendizaje que se diseñan, dado que la evaluación del aprendizaje en un marco de enseñanza por competencias, implica la demostración de un uso integrado de conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes en la acción, y en contextos específicos.

La evaluación se convierte entonces en un campo complejo y controvertido porque sirve tanto para acreditar y emitir juicios de valor como para diagnosticar, retroalimentar, reflexionar, regular y mejorar los aprendizajes (Anijovich, 2011).

En tanto se pudieron distinguir dos tipos de evaluación presentes a lo largo del taller, por un lado, la presencia de la evaluación formativa y por otro lado la evaluación auténtica.

La evaluación formativa tiene una función reguladora y continua, evidenciando el proceso de los estudiantes teniendo en cuenta sus debilidades y fortalezas. También debe ofrecer espacios que habiliten la mejora de los estudiantes en su proceso individual. Hay trabajos de investigación que muestran cómo en el ámbito universitario y en el curso de química la aplicación de la evaluación formativa mejora el aprendizaje por competencias (Fernández Malqui, 2025).

La evaluación auténtica refiere a un desempeño significativo en situaciones y escenarios reales donde los estudiantes pueden intervenir y comprender

problemáticas referidas a lo personal, profesional y social. Entonces, la premisa central es la evaluación de aprendizajes contextualizados a través de situaciones relevantes en la vida real y problemas significativos de naturaleza compleja (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

En este marco, las rúbricas constituyen una herramienta especialmente útil al momento de evaluar competencias, dado su potencial para explicitar criterios, orientar el aprendizaje y valorar distintos niveles de desempeño. Según Cano (2008) las rúbricas permiten traducir competencias amplias y complejas en indicadores observables, favoreciendo una evaluación más transparente y coherente con los objetivos formativos de la educación superior. Asimismo, posibilitan comunicar con claridad qué se espera de los estudiantes y cuáles son los criterios mediante los cuales serán evaluados. Por otra parte, Tobón y col. (2010) plantean que las rúbricas constituyen una herramienta relevante para la socioformación, en tanto permiten valorar evidencias de desempeño vinculadas con situaciones contextualizadas y simuladas de actuación profesional. Desde esta mirada, la evaluación no se limita a verificar aprendizajes aislados, sino que busca analizar cómo los estudiantes movilizan distintos saberes para actuar de manera pertinente frente a problemas contextualizados.

Por lo tanto, de acuerdo con estos marcos teóricos se podrían resaltar como principales potencialidades de las rúbricas: la explicitación de criterios de evaluación; la posibilidad de describir niveles progresivos de desempeño; la promoción de procesos de retroalimentación; el fortalecimiento de la evaluación formativa; la mejora de la transparencia y consistencia de la evaluación; la facilitación de procesos de autoevaluación y coevaluación, entre otras.

No obstante, se debe tener en cuenta que el potencial de las rúbricas depende de la calidad de su construcción. Cano (2015) señala que, en algunos casos, las rúbricas pueden transformarse en instrumentos excesivamente generales o burocráticos, dificultando la evaluación auténtica de competencias. Del mismo modo, Tobón y col. (2010) advierten que uno de los principales desafíos consiste en operacionalizar adecuadamente las competencias, esto es, traducirlas en desempeños observables y criterios específicos vinculados con actividades concretas.

En este sentido se observan algunas experiencias puntuales en asignaturas de Química universitaria, facilitando la calificación de desempeño de los estudiantes, el cómo aprendieron y el desarrollo de determinadas competencias (Araque Marín y col., 2019) Ancco Portillo y col (2024) investigaron la relación entre los recursos didácticos utilizados por docentes universitarios y la enseñanza por competencias, encontrando una relación significativa entre ellos. La percepción de los docentes refuerza la importancia de la enseñanza por competencias y la importancia de las estrategias a emplear para su implementación. Bruna y col (2019) investigaron sobre el diseño, validación e implementación de rúbricas para evaluar informes de laboratorio en un curso universitario de bioquímica. Encontraron que las rúbricas no sólo sirven para evaluar, sino que favorecen la participación de los estudiantes, incorpora la coevaluación y la retroalimentación individual. Por tanto es esencial trabajar en la formación de los docentes que participan

en carreras cuyos planes de estudio se diseñan mediante un enfoque por competencias y mantener esta formación actualizada.

Los talleres constituyen una estrategia formativa muy potente para propiciar la formación y el desarrollo de habilidades en los docentes. Son un espacio que habilita el diálogo, el intercambio y confrontación de ideas a través del debate, así como también facilita la construcción colectiva de nuevos saberes. En este caso, el taller fue pensado como un espacio de capacitación que permita atender las necesidades específicas de los participantes sobre la temática elegida, fomentando la participación activa a través de actividades que pongan en juego lo abordado de manera teórico-práctica, para que luego lo puedan aplicar en sus asignaturas, promoviendo el intercambio entre pares, buscando la construcción colectiva de saberes y estrategias. La formación docente entonces, según Castellano y Lo Coco (2006) consiste en la vivencia de experiencias semejantes a las que se provocarán en el alumno en el aula.

METODOLOGÍA

Se adoptó un enfoque cualitativo de carácter descriptivo-interpretativo (Tamayo y Tamayo, 2003) orientado al análisis de las rúbricas elaboradas por los docentes que participaron del taller de formación sobre evaluación por competencias en carreras de Ingeniería. El interés está en comprender cómo los docentes traducen los enfoques teóricos de la formación por competencias en instrumentos concretos de evaluación. En particular, se buscó analizar las características de las rúbricas construidas.

Para cada rúbrica se analizaron:

- los objetivos de aprendizaje asociados;
- los criterios o aspectos a evaluar;
- las escalas o niveles de desempeño;
- las descripciones de ponderación presentes en cada instrumento

Recolección de información

En el taller participaron un total de 25 docentes de las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería en Materiales, Profesorado en Química, Licenciatura en Química, Licenciatura en Física y estudiantes avanzados de la carrera del Profesorado en Química.

La actividad que se trabajó en el taller consistió en solicitar a los participantes lo siguiente:

1. Seleccione una competencia a la que aporta la asignatura en la que se desempeña
2. Identifique un objetivo de aprendizaje que se relacione con la competencia seleccionada
3. Seleccione una actividad de aprendizaje en la que pone en juego la competencia elegida

4. Diseñe la primera columna de las rúbricas que corresponden a los aspectos a evaluar

Como resultado del taller se diseñaron ocho rúbricas para evaluar trabajos prácticos de laboratorio, resolución de problemas, enfocadas en la competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería y en la competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería, y dos rúbricas asociadas a la competencia para comunicarse con efectividad en el marco de seminarios. La producción realizada por los diferentes equipos docentes apuntó a trabajar las rúbricas en instancias de evaluación relevantes de cada asignatura.

Se realizó una recopilación documental de las rúbricas producidas durante el taller "Enseñar por competencias y su evaluación a través de rúbricas en la Facultad de Ingeniería Química (FIQ-UNL)"; y observaciones realizadas por el equipo coordinador del taller durante el proceso de elaboración de los instrumentos.

Estrategia de análisis

Se realizó un análisis de contenido cualitativo de las rúbricas elaboradas. Para ello se construyeron las categorías de análisis de manera deductiva a partir del marco teórico (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías de análisis de las rúbricas

Categorías de análisis	Descripción	Indicadores
<i>Coherencia entre objetivos y criterios de evaluación</i>	Correspondencia entre los objetivos de aprendizaje, la competencia seleccionada y los criterios incluidos en la rúbrica. Se pretende identificar si aquello que se evalúa guarda relación con los desempeños esperados.	● explicitación del objetivo de aprendizaje; ● relación entre objetivo y criterios; ● pertinencia de los criterios respecto de la actividad propuesta
<i>Especificidad de los criterios</i>	Grado de precisión y contextualización con que los docentes formulan los aspectos a evaluar. Permite analizar si los criterios describen desempeños observables y situados o formulaciones generales y ambiguas.	● criterios genéricos; ● criterios contextualizados con la actividad; ● refieren a contenidos específicos; ● presencia de acciones observables
<i>Operacionalización de competencias</i>	Modo en que las competencias genéricas son traducidas en desempeños observables, criterios evaluativos y evidencias concretas de aprendizaje dentro de las rúbricas. Permite analizar el pasaje desde formulaciones abstractas hacia dimensiones evaluables.	● Correspondencia entre competencia y evidencia ● Integración de conocimientos, habilidades y actitudes ● Vinculación con capacidades específicas ● Contextualización disciplinar
<i>Escalas de desempeño</i>	Organización y diferenciación de los niveles de logro definidos en la rúbrica. Permite visualizar si las escalas permiten discriminar progresivamente distintos grados de desempeño	● Tipo de escala ● Diferenciación entre niveles ● Progresión entre desempeños ● Claridad descriptiva
<i>Perspectiva de evaluación predominante</i>	Concepción de evaluación implícita en las rúbricas, particularmente si se orientan a perspectivas formativas, auténticas y procesuales o a enfoques centrados exclusivamente en resultados finales.	● Evaluación formativa/sumativa ● Presencia de retroalimentación ● Valoración de procesos ● Énfasis en desempeño contextualizado

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El espacio de taller tuvo muy buena recepción en términos de inscripción y participación activa de los asistentes. Entre quienes participaron contamos con la presencia de alumnos del profesorado de Química y docentes de distintas asignaturas de las carreras de ingeniería de la FIQ-UNL. En términos de los registros realizados podemos decir que hubo un alto índice de responsabilidad en la resolución de la actividad. Así como también, una participación activa durante el proceso de retroalimentación.

A partir de la consigna de trabajo grupal que se planteó en el taller se construyeron rúbricas que estuvieron asociadas a 3 competencias genéricas, dos tecnológicas y una de tipo social: "CT1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería", "CT4: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería" y "CS7: Competencia para comunicarse con efectividad". Respecto a esta última, algunas rúbricas aplicaban a la comunicación oral y otras a la comunicación escrita. Siguiendo las categorías de análisis planteadas se ejemplifican algunas situaciones que permiten respaldar los resultados obtenidos.

Ejemplo 1: Para la asignatura Química General (QG) de primer año para las carreras de ingeniería de la FIQ-UNL. El equipo docente participante selecciona el Trabajo Práctico N° 1 titulado "Modelos de sustancias" y expresa que las competencias a la que aporta la asignatura son la CT1 y la CT4.

El objetivo de aprendizaje seleccionado para diseñar la rúbrica es: "Familiarización con sustancias que responden a alguno de los cuatro modelos o tipos extremos de sustancia"

El trabajo práctico sobre Modelo de sustancias constituye uno de los primeros acercamientos de los estudiantes a los fenómenos científicos y a el proceso de modelización. El equipo docente realizó la selección de este trabajo práctico atendiendo la relevancia respecto al proceso de elaboración mental que deben realizar los estudiantes, en donde su razonamiento, saberes previos y experiencias personales se ponen en juego. Entonces, los modelos mentales se expresan a través de palabras, dibujos y símbolos, favoreciendo la argumentación de los fenómenos.

La rúbrica (Figura 1) se diseñó para evaluar algunos aspectos asociados a ambas competencias y en relación con el objetivo de aprendizaje seleccionado, los mismos son:

- Identificar el tipo de enlace
- Identificar los modelos extremos de sustancias y sus propiedades
- Describir técnicas operatorias que permitan evidenciar cada una de las propiedades mencionadas y requeridas.

PREGUNTA	ASPECTO A EVALUAR	Muy bueno	Regular	Insuficiente
<i>Mencionar qué tipo de unión o enlace puede mantener unidos a los átomos en las sustancias.</i>	Identificar el tipo de enlace	Identifica el tipo de enlace correctamente en forma clara	Identifica en forma poco clara tipo de enlace o solo algunos	No identifica correctamente el tipo de enlace
<i>Indicar qué tipo de enlace podría presentar una sustancia formada por elementos no metálicos.</i>	Identificar el tipo de enlace	Identifica el tipo de enlace correctamente en forma clara	Identifica en forma poco clara tipo de enlace	No identifica correctamente el tipo de enlace
<i>Elegir un modelo extremo de sustancia y dar al menos tres características del mismo.</i>	Identificar los modelos extremo de sustancia y sus propiedades	Menciona las 3 características del modelo	Menciona solo una característica del modelo o las menciona erróneamente	No menciona ninguna característica del modelo o las menciona erróneamente
<i>Explicar brevemente cuáles serán los procedimientos que utilizará en este TP para determinar las siguientes propiedades de las sustancias: dureza, conductividad eléctrica y solubilidad en solvente polar</i>	Describir técnicas operatorias que permitan evidenciar cada una de las propiedades mencionadas y requeridas	Describe los pasos para realizar las experiencias en forma clara y ordenada	Describe los pasos para realizar las experiencias en forma poco clara y/ordenada	No describe los pasos para realizar las experiencias o lo hace de forma incorrecta
<i>Indicar el modelo de una sustancia desconocida en base a sus propiedades físicoquímicas.</i>	En base a las propiedades analizadas es capaz de definir el modelo y de explicar porque no se trata de otro modelo	Define correctamente el modelo argumentando por que elige en forma completa	Define correctamente pero no argumenta adecuadamente	No define correctamente
<i>Indicar las precauciones relacionadas con seguridad en el laboratorio a tener en cuenta en la realización del TP</i>	Descripción de normas de seguridad asociadas a las sustancias a emplear durante el TP	Describe correctamente todas las normas de seguridad	Describe las normas de seguridad en forma poco clara y/o desordenada	No describe las normas de seguridad o lo hace de forma

Figura 1. Rúbrica diseñada para evaluar TP1 de la asignatura Química General

Ejemplo 2: Para la asignatura Química Vegetal y del Suelo correspondiente al cuarto año de las carreras de Licenciatura y Profesorado en Química el equipo docente ha seleccionado trabajar con el seminario sobre "Erosión de suelos". En este caso la competencia, puesta en juego es la "CS7: Competencia para comunicarse con efectividad". El objetivo de aprendizaje seleccionado de la asignatura y para el cual aporta el diseño de la rúbrica (Figura 2) es: "Desarrollar la capacidad de comunicación científica, tanto en forma escrita como oral".

El equipo docente define trabajar con rúbricas para evaluar los seminarios, ya que los mismos tienen como objetivo incorporar y ampliar los saberes disciplinares sobre la Química del suelo a partir del estudio de casos concretos de la realidad. De esta manera los estudiantes, ponen en juego capacidades donde pueden reconocer lo esencial, identificar el problema, relacionar temas, comparar, fundamentar y desarrollar algunas soluciones, entre otros.

CRITERIOS	excelente	muy bueno	bueno	regular
Presentación y formato del texto	Respeta en su totalidad la presentación y formato según lo solicitado.	Respeta casi toda la presentación y formato según lo solicitado.	Respeta parcialmente la presentación y formato según lo solicitado.	No respeta la presentación y formato según lo solicitado.
Introducción, desarrollo y conclusión	Desarrolla correctamente.	Desarrolla casi correctamente.	Desarrolla parcialmente.	No desarrolla correctamente.
Orden y congruencia de ideas y argumentos	Da cuenta de orden y congruencia en toda la presentación escrita.	Da cuenta de orden y congruencia en casi toda la presentación escrita.	Da cuenta parcialmente de orden y congruencia en toda la presentación escrita.	No da cuenta de orden y congruencia en toda la presentación escrita.
Redacción: estilo y coherencia del texto	Usa correctamente el estilo y coherencia del texto en toda la presentación escrita.	Usa correctamente el estilo y coherencia del texto en casi toda la presentación escrita.	Usa correctamente el estilo y coherencia del texto de manera parcial en toda la presentación escrita.	No usa correctamente el estilo y coherencia del texto en toda la presentación escrita.
Uso de fuentes de información	Utiliza correctamente distintas fuentes de información científica.	Utiliza algunas fuentes de información científica.	Casi no utiliza fuentes de información científicas que potencian.	No utiliza correctamente distintas fuentes de información científica.

Figura 2. Rúbrica diseñada para evaluar el Seminario Erosión de suelos, de la asignatura Química Vegetal y del Suelo

Un primer análisis de las rúbricas elaboradas por los docentes permite visualizar que:

- En todos los casos los docentes lograron relacionar el instrumento que construyeron con un objetivo de aprendizaje específico. En los ejemplos anteriores se visualiza que en ambos casos los aspectos a evaluar responden a los objetivos de aprendizaje que los equipos docentes han seleccionado. Además permiten visualizar los aspectos que han logrado aprender de determinada temática, acordando con lo expresado por Areque-Marín et al. (2019).
- Al momento de escribir los aspectos a evaluar, mayoritariamente los redactan de manera genérica. Esto es, ese aspecto o criterio a evaluar era válido para cualquier actividad de aprendizaje, a pesar de que la consigna era el diseño de una rúbrica para evaluar una actividad de

aprendizaje puntual. Surgían por ejemplo criterios como los siguientes: *"identifica las variables independientes y las dependientes"*, *"plantea la hipótesis"*, *"plantea ecuaciones"*. Estas situaciones concuerdan con lo que Cano (2015) encontró en sus investigaciones respecto a instrumentos muy genéricos. En estos casos se invitaba a los docentes a repensar los mismos para puntualizar algunos aspectos que den información de los contenidos presentes en la actividad, relacionados con la competencia a la que se hace referencia.

- Otra cuestión que se observó es que al momento de redactar los aspectos a evaluar, éstos responden a las competencias genéricas que seleccionan, pero de manera muy amplia. En este caso se les sugiere tener en cuenta, por ejemplo, las capacidades específicas que el CONFEDI (2018) ha definido para cada competencia. Teniendo así más especificidad para elaborar la rúbrica.
- En cuanto a la elaboración de escalas de puntuación de la rúbrica, utilizaron escalas conceptuales, tales como *"muy bueno"*, *"bueno"*, *"regular"*, *"insuficiente"*, en otros instrumentos emplearon por ejemplo *"satisfactorio"*, *"regular"* e *"insuficiente"* lo que de alguna manera indica una mirada formativa de la evaluación, como propone Anijovich (2011).
- En algunos instrumentos se detectaron dificultades en la descripción de las ponderaciones, lo que dificulta diferenciar entre una escala y otra. En los casos que plantearon por ejemplo la escala *"regular"* e *"insuficiente"*, daba lugar a cierta confusión pues los descriptores no alcanzaban a diferenciar una de otra. O si bien las escalas están diferenciadas, los descriptores de las mismas no estaban del todo claro: *"desarrolla casi correctamente"*, *"desarrolla parcialmente"*. En este sentido, cada equipo asumió el compromiso de seguir trabajando en este punto tanto en los aspectos descriptivos de las escalas como así también en la progresión de una escala a otra.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El análisis de las rúbricas elaboradas por los docentes permitió identificar que los participantes lograron vincular los instrumentos construidos con objetivos de aprendizaje específicos y con competencias genéricas definidas por el CONFEDI, lo cual evidencia una incipiente incorporación del enfoque por competencias en las prácticas de evaluación de la Facultad de Ingeniería Química.

No obstante, el estudio también permitió reconocer algunas tensiones y dificultades presentes en el proceso de diseño de las rúbricas. Entre ellas, se destacan la tendencia a formular criterios de evaluación excesivamente generales, la dificultad para traducir competencias amplias en desempeños observables y contextualizados, y ciertos problemas en la construcción de escalas que permitan discriminar con claridad distintos niveles de desempeño.

Estos hallazgos ponen de manifiesto que la elaboración de rúbricas no constituye únicamente una tarea técnica, sino también un proceso de

reflexión pedagógica-didáctica acerca de qué significa evaluar en un contexto de enseñanza que adopta un enfoque por competencias, y cuáles son las evidencias que permiten reconocer el desarrollo de las mismas. Las dificultades identificadas permiten visibilizar la complejidad que implica pasar de formulaciones generales sobre competencias a instrumentos concretos de evaluación coherentes con perspectivas formativas y auténticas.

Asimismo, el trabajo desarrollado en el taller permitió generar espacios de intercambio y reflexión entre docentes de distintas asignaturas y trayectorias institucionales, favoreciendo discusiones sobre la enseñanza y la evaluación que se generaron a partir de la actualización de los planes de estudio. Estas instancias de formación docente continua resultan especialmente relevantes para acompañar procesos de cambio curricular centrados en el desarrollo de competencias.

Como proyección futura, se considera relevante continuar profundizando el análisis de las rúbricas construidas por los docentes, particularmente en relación con los distintos modos en que se expresan las competencias, las evidencias de aprendizaje y los niveles de desempeño. Del mismo modo, se reconoce la necesidad de seguir promoviendo espacios de discusión entre los equipos docentes y el grupo de investigación, orientados a problematizar las tensiones que aún persisten entre los enfoques tradicionales de evaluación y las perspectivas vinculadas con la formación por competencias.

En este marco, futuras líneas de trabajo podrían centrarse tanto en el acompañamiento a los docentes durante la implementación de las rúbricas en sus asignaturas como en procesos de revisión y validación de los instrumentos elaborados, con el propósito de fortalecer prácticas de evaluación acordes a modelos de enseñanza centrados en el aprendizaje y en el desarrollo de competencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A., Olmos, G., Biotti, R. D., & Farré, A. S. (2025). Evaluación de competencias de comunicación escrita y oral en la Facultad de Ingeniería Química (UNL). *Campo Universitario*, 6(11). campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/128
- Ancco Portillo, G. G., Chauca Vidal, F. A., & Sánchez Pinedo, L. D. (2024). Recursos didácticos y enseñanza por competencias. Docentes de biología y química de la facultad de educación. UNMSM. Lima. *IGOVERNANZA*, 7(26), 38–56. <https://doi.org/10.47865/igob.vol7.n26.2024.339>
- Anijovich, R., & González, C. (2011). *Evaluar para aprender. Conceptos e instrumentos*. Aique Educación, Buenos Aires.
- Anijovich, R., & Mora, S. (2009). *Estrategias de enseñanza: otra mirada al quehacer en el aula*. Aique Educación, Buenos Aires.
- Areque-Marín, P., Torijano-Gutiérrez, S., & Arango-Lodoño, N. (2019). Diseño e implementación de rúbricas como instrumento de evaluación del curso de Química General e inorgánica para estudiantes de ingeniería. *Revista EIA*, 16, 131-143. <https://doi.org/10.24050/reia.v16i31.1059>

- Bruna, Carola E., Villarroel, Verónica A., Bruna, Daniela V., & Martínez, José A. (2019). Experiencia de Diseño y Uso de una Rúbrica para Evaluar Informes de Laboratorio en Formato Publicación Científica. *Formación universitaria*, 12(2), 17-28. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000200017>
- Candelo, C., Ortiz, G., & Unger, B. (2003). Hacer talleres. Una guía práctica para capacitadores, Colombia, Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), *In went (DSE), Instituto para la Comunicación en Organizaciones*.
- Cano, E. (2008). *La evaluación por competencias en la educación superior. Profesorado*. Revista de Currículum y Formación del Profesorado, 12(3), 1-16.
- Cano, E. (2015). Las rúbricas como instrumento de evaluación de competencias en educación superior: ¿uso o abuso?. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 19 (2), 26-280.
- Castellano, S., & Lo Coco, M. (2006). Hacia una conceptualización teórica de la modalidad taller. *UNIrevista*, 1(3), 1-10.
- CONFEDI (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo de CONFEDI"*. Editorial Universidad FASTA.
- Díaz Barriga, F., & Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. McGraw Hill.
- Fernández Mallqui, R. (2025). *Evaluación formativa y aprendizaje por competencias en la asignatura de Química General en estudiantes del II semestre de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión - Pasco - 2023*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. http://45.177.23.200/bitstream/undac/5534/1/T026_04021859_D.pdf
- Iturralde, C. (2023). *Estudio de la enseñanza de habilidades asociadas al diseño de ingeniería y a la comunicación en un aula universitaria. Una mirada desde el análisis del discurso*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Litoral] <https://hdl.handle.net/11185/7277>
- Olmos, G., Biotti, R. D., & Acosta, A. M. (2024). Repensar la enseñanza en competencias a nivel universitario. *Nuevas Perspectivas. Revista De Educación En Ciencias Naturales Y Tecnología*, 3(5). <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s29533996/cymnqrln>
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*, (4ª ed). Limusa, México.
- Tobón, S., Pimienta Prieto, J. & García Fraile, J. (2010). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias*. Editorial Pearson Educación.

Investigación en didáctica de la Química

OBSOLESCENCIA TECNOLÓGICA Y SOCIEDAD: QUÍMICA, MATEMÁTICA Y CONSUMO EN DIÁLOGO

Fiorella Dómina^{1,3}, Sandra A. Hernández^{1,2}, Beatriz S. Marrón^{3,4}

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

2- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)-UNS, Instituto de Química del Sur (INQUISUR), Bahía Blanca, Argentina.

3- UNS, Departamento de Matemática, Bahía Blanca, Argentina.

4- CONICET-UNS, Instituto de Matemática de Bahía Blanca (INMABB), Bahía Blanca, Argentina.

E-mail: fiored08@hotmail.com, sandra.hernandez@uns.edu.ar,
beatriz.marron@uns.edu.ar

Recibido: 12/05/2026. Aceptado: 29/06/2026.

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23449683/16mn99vcb>

Resumen. La investigación presentada se enmarca en el plan de trabajo de una docente en formación, beneficiaria de una beca de estímulo a las vocaciones científicas. El estudio aborda la obsolescencia programada desde una perspectiva interdisciplinar STEAM, integrando dimensiones químicas, tecnológicas, ambientales y matemáticas, con un análisis estadístico orientado a la Educación para el Desarrollo Sostenible. Se exponen los resultados de una encuesta de opinión sobre la obsolescencia programada en teléfonos inteligentes, la cual permitió evidenciar el desconocimiento generalizado acerca de los posibles efectos negativos de este fenómeno en el equilibrio ambiental, con consecuencias directas sobre la salud humana y los ecosistemas. La investigación subraya la necesidad de promover espacios de reflexión, alfabetización y concientización sobre el impacto del consumo tecnológico.

Palabras clave: obsolescencia programada, teléfono inteligente, STEAM, educación para el desarrollo sostenible

Technological obsolescence and society: chemistry, mathematics and consumption in dialogue

Abstract. The research presented here is part of the work plan of a teacher in training, a recipient of a grant to encourage scientific vocations. The study addresses planned obsolescence from an interdisciplinary STEAM perspective, integrating chemical, technological, environmental, and mathematical dimensions, with a statistical analysis geared towards Education for Sustainable Development. The results of an opinion survey on planned obsolescence in smartphones are presented, revealing a widespread lack of awareness about the potential negative effects of this phenomenon on the environmental balance, with direct consequences for human health and ecosystems. The research underscores the need to promote spaces for reflection, literacy, and awareness regarding the impact of technological consumption.

Keywords: planned obsolescence, smartphone, STEAM, education for sustainable development



Obsolescência tecnológica e sociedade: Química, Matemática e consumo em diálogo

Resumo. A pesquisa apresentada insere-se no plano de trabalho de uma professora em formação, beneficiária de uma bolsa de estímulo às vocações científicas. O estudo aborda a obsolescência programada a partir de uma perspectiva interdisciplinar STEAM, integrando dimensões químicas, tecnológicas, ambientais e matemáticas, com uma análise estatística orientada à Educação para o Desenvolvimento Sustentável. São apresentados os resultados de uma pesquisa de opinião sobre a obsolescência programada em smartphones, que permitiu evidenciar o desconhecimento generalizado acerca dos possíveis efeitos negativos desse fenômeno sobre o equilíbrio ambiental, com consequências diretas para a saúde humana e os ecossistemas. A pesquisa ressalta a necessidade de promover espaços de reflexão, alfabetização e conscientização sobre o impacto do consumo tecnológico.

Palavras-chave: obsolescência programada, smartphone, STEAM, educação para o desenvolvimento sustentável

INTRODUCCIÓN

Aunque la expresión *obsolescencia programada* pueda percibirse como novedosa, la práctica de reducir deliberadamente la vida útil de los productos para forzar su reemplazo, incluso impidiendo su reparación, se remonta a más de un siglo atrás. Un ejemplo emblemático ocurrió en 1924, cuando se cuestionaba que las bombillas creadas por Thomas Edison alcanzaban hasta 2.500 horas de uso. Esta situación llevó a los fabricantes a conformar el *cártel de Phoebus*, con el propósito de limitar de manera intencional la duración de las lámparas a unas 1.000 horas, asegurando así una reposición más frecuente (Vázquez-Rodríguez, 2015).

Sedeño López (2021) distingue dos categorías de obsolescencia: objetiva y subjetiva. La obsolescencia objetiva se manifiesta en la reducción deliberada de la vida útil de los productos, en la imposibilidad de repararlos o en su incompatibilidad con nuevos sistemas y tecnologías. Este tipo de obsolescencia suele estar vinculado a decisiones técnicas y empresariales que buscan asegurar la reposición constante de bienes de consumo. Por otro lado, la obsolescencia subjetiva aparece cuando, aun siendo plenamente funcional, el consumidor percibe el producto como desactualizado y decide reemplazarlo. En este caso, el desgaste no es material sino simbólico: el objeto pierde valor por influencia de tendencias culturales, estéticas o sociales. Esta percepción está estrechamente relacionada con estrategias de marketing que apelan a la moda, la innovación y el deseo de pertenencia, manipulando psicológicamente al consumidor para que considere obsoleto lo que todavía es útil. De este modo, la obsolescencia subjetiva se convierte en una herramienta poderosa para dinamizar el mercado y sostener el ciclo de consumo, mientras que la objetiva opera desde la materialidad del producto.

Lo cierto es que, la obsolescencia programada provoca un ciclo continuo de compra y descarte de productos, lo que conlleva un uso acelerado e insostenible de recursos no renovables, afectando negativamente al equilibrio ambiental (González Lankenau & Ortega Rubí, 2024). Esta, forma parte de los principios que sustentan la economía lineal, y por ello, se contrapone directamente a los fundamentos de la economía circular. (López, 2021).

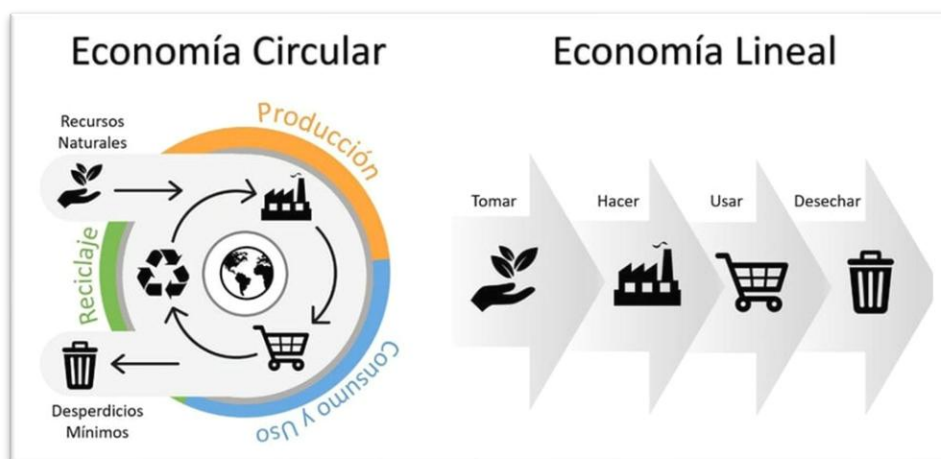


Figura 1. Diferencia entre el modelo de economía circular y economía lineal.
Fuente: Rodríguez Alfaro et al. (2023, p. 178)

La Economía Circular se plantea como un modelo de acción que surge de la evolución del concepto de sostenibilidad, integrando su aplicación en los ámbitos económico, social y ambiental. Este enfoque propone una transformación profunda en la manera de producir y utilizar bienes y servicios, orientándose hacia un desarrollo sostenible. (Prieto-Sandoval et al., 2017).

Respecto a la sustentabilidad como proyecto social, la Ley para la Implementación de la Educación Ambiental Integral en la República Argentina, Ley 27621/2021, en el Capítulo II - Artículo 2º, define la Educación Ambiental Integral (EAI) como:

un proceso educativo permanente con contenidos temáticos específicos y transversales, que tiene como propósito general la formación de una conciencia ambiental, a la que articulan e impulsan procesos educativos integrales orientados a la construcción de una racionalidad, en la cual distintos conocimientos, saberes, valores y prácticas confluyan y aporten a la formación ciudadana y al ejercicio del derecho a un ambiente sano, digno y diverso.

Asimismo, el Capítulo IV- Artículo 5º aborda los objetivos de la implementación de la Estrategia Nacional de Educación Ambiental Integral (ENEAI), el cual, en sus incisos h) e i) puntualiza:

- h) Crear un repositorio de experiencias de educación ambiental integral accesible por procedimientos informáticos vía internet.
- i) Generar y gestionar los mecanismos que faciliten el cumplimiento sistemático de la Agenda 2030 con sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y/o aquellos que en el futuro se acuerden.

Hacer frente a los grandes cambios tecnológicos, ambientales y sociales requiere de docentes que se sientan capacitados ante el reto de contribuir con el desarrollo de capacidades cognitivas y socioemocionales de las nuevas generaciones que están inmersas en la cultura digital.

Resolver estas cuestiones está íntimamente relacionado con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por Naciones Unidas en la Agenda 2030 (AGNU, 2015). En particular, a los efectos de este estudio, consideramos importante hacer énfasis en el ODS 4 (educación de calidad), ODS 12 (producción y consumo responsable) y ODS 13 (acción por el clima).

El estudio de esta realidad requiere de un abordaje interdisciplinar donde confluyen aspectos químicos, tecnológicos, ambientales y matemáticos, por lo que se trabaja desde el enfoque STEAM (acrónimo en castellano CTIAM: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática), poniendo en consideración los puntos en común de cada una de las áreas del conocimiento requeridas en la investigación (Domènech Casal, 2019; Lam-Byrne, 2023; López Simó et al., 2020).

Química de materiales y economía circular: Proyecto medalla Tokio 2020

Desde el punto de vista químico se rescata, como ejemplo, la fabricación de las medallas olímpicas de Tokio 2020 a partir de oro, plata y bronce de dispositivos electrónicos en desuso, principalmente celulares (Olympics, s.f.). Obtener los metales en estado puro implicó la extracción y refinado de metales presentes en componentes electrónicos. El oro fue recuperado de contactos eléctricos, la plata de soldaduras y el cobre de circuitos, mediante técnicas de separación y purificación (lixiviación, electrólisis y fundición). La iniciativa no solo puso en valor la química de materiales aplicada al reciclaje electrónico, sino que también promovió la sostenibilidad y economía circular, transformando residuos tecnológicos en símbolos de excelencia deportiva.

De acuerdo con los datos estadísticos oficiales del proyecto, para fabricar las medallas de los Juegos Olímpicos de Tokio 2020 (más de 5.000 preseas), se reciclaron aproximadamente 80 toneladas de dispositivos electrónicos en desuso, principalmente celulares, laptops y cámaras, lo que permitió obtener 32 kg de oro, 3.492 kg de plata y 2.200 kg de bronce.

En la Tabla 1 se muestra un estimativo del aporte promedio por celular, del metal recuperado, que fue utilizado para fabricar las medallas de cada podio.

Tabla 1. Estimación del aporte promedio de cada celular en relación con el total de cada metal recuperado

Metal	Total recuperado	Aporte promedio por celular
Oro (Au)	32 kg	≈ 5 mg por celular
Plata (Ag)	3.492 kg	≈ 0,56 g por celular
Bronce (Cu + Sn)	2.200 kg	≈ 0,35 g por celular

Como se muestra en la Tabla 1, cada celular aporta unos pocos miligramos o gramos, pero lo que parece insignificante en un solo aparato, se convierte en un recurso valioso a gran escala. Esto evidencia la importancia del reciclaje electrónico y constituye un ejemplo claro de cómo la química de materiales y la economía circular se aplican en proyectos reales.

La fabricación de las medallas de Tokio 2020 se convirtió en un ejemplo emblemático de sostenibilidad, ya que se evitó la extracción minera adicional y con ello se redujo el impacto ambiental. El proyecto promovió la economía circular y la participación ciudadana. La campaña, desarrollada entre 2017 y 2019, involucró activamente a la sociedad japonesa, quien ayudó a recolectar 6,2 millones de teléfonos móviles.

MARCO DEL TRABAJO Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

El trabajo presentado forma parte de la investigación realizada sobre este tema en el marco de una beca de estímulo a las vocaciones científicas EVC-CIN 2024.

Entre los objetivos del proyecto en el que se inscribe el plan de trabajo, se impulsa la investigación en estudiantes de formación docente sobre temáticas de relevancia social, fomentando su desarrollo crítico e integral y contribuyendo tanto a su crecimiento personal como a su preparación para los desafíos de su futuro profesional.

A través del enfoque STEAM, se procura llevar a la práctica la alfabetización científica, enfatizando la importancia de las relaciones entre conocimientos científicos y tecnológicos y la educación para la ciudadanía, como así también poner en valor la alfabetización estocástica como componente fundamental de la Educación para el Desarrollo Sostenible.

De entre los objetivos propuestos en el plan de trabajo, haremos hincapié en dos de ellos:

- Caracterizar las percepciones y conocimientos sobre la obsolescencia programada y sus implicancias ambientales.
- Proponer acciones para abordar la obsolescencia programada desde el ámbito educativo

El impacto ambiental de la obsolescencia programada requiere de un abordaje interdisciplinar donde confluyen aspectos químicos, tecnológicos, ambientales y matemáticos, y su estudio estadístico permite comprender que la alfabetización estocástica es un componente fundamental de la Educación para el Desarrollo Sostenible (Vásquez & García-Alonso, 2020).

METODOLOGÍA

Entre las decisiones metodológicas de este trabajo, se propuso realizar un estudio estadístico que permitiera establecer un diagnóstico acerca de cuánto se sabe sobre la composición química de los teléfonos inteligentes, la obsolescencia programada de estos dispositivos y la gestión de estos al dejar de utilizarlos.

La encuesta de opinión se gestó como cuestionario “*ad hoc*” con preguntas abiertas y cerradas, utilizando como instrumento de recolección de datos un formulario de Google Drive. Este se difundió online, desde distintas redes sociales, para facilitar su distribución y llenado y asegurar mayor alcance. La modalidad de difusión dio lugar a un muestreo no probabilístico, en que las personas participantes respondieron voluntariamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA ENCUESTA DE OPINIÓN

Del análisis de los resultados de esta encuesta inicial surge las siguientes apreciaciones:

El formulario fue respondido por un total de 84 personas, cuyas edades oscilan entre los 18 y los 65 años, según se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Cantidad de respuestas obtenidas de acuerdo con las franjas etarias consultadas

Franja etaria	18-25	25-35	35-45	45-60	+60
Cantidad de respuestas	30	18	17	14	5

La Tabla 3 muestra la edad a la que las personas encuestadas tuvieron su primer teléfono celular. Con fines analíticos, las respuestas fueron agrupadas en categorías que representan etapas educativas y laborales habitualmente asociadas a determinados rangos etarios: nivel primario, nivel secundario, estudios superiores e inserción laboral.

Tabla 3. Distribución de acceso al primer teléfono celular, teniendo en cuenta el nivel educativo y la edad de las personas consultadas

Etapas de la trayectoria educativa/laboral	Franja etaria	Porcentaje de respuestas
Nivel Primario	entre 8 y 11 años inclusive	26 %
Nivel Secundario	entre 12 y 17 años inclusive	37 %
Nivel Superior	entre 18 y 25 años inclusive	19 %
Inicio Actividad Laboral	entre 26 y 30 años inclusive	7 %
Actividad Laboral Plena	31 años o más	11 %

De la Tabla 3 se observa que el 63 % de los encuestados accedió a su primer teléfono móvil entre los 8 y los 17 años, lo que evidencia una incorporación temprana de la tecnología en la vida cotidiana. Este dato resulta relevante porque muestra cómo la telefonía móvil se ha convertido en un elemento central durante etapas formativas, como la infancia y la adolescencia. Además de influir en los hábitos de comunicación, la construcción de vínculos y el acceso a la información, la temprana adquisición de dispositivos plantea interrogantes sobre el impacto en el consumo tecnológico, la generación de residuos electrónicos y la necesidad de políticas educativas que promuevan un uso responsable desde edades tempranas.

Las Figuras 2 y 3 presentan las gráficas correspondientes a dos de las preguntas consideradas más relevantes, ya que ponen en evidencia la influencia de la obsolescencia programada en las percepciones y experiencias de las personas encuestadas. En la primera (Figura 2) se observa la cantidad de teléfonos celulares utilizados a lo largo de la vida por las personas encuestadas. Este resultado sugiere una tendencia hacia la renovación periódica de dispositivos, fenómeno frecuentemente asociado a procesos de obsolescencia tecnológica y al incremento de residuos electrónicos. La segunda gráfica (Figura 3), por su parte, complementa esta información al mostrar cómo dicha tendencia se vincula con la obsolescencia programada,

tanto en su dimensión objetiva (limitaciones técnicas o funcionales impuestas por los fabricantes) como en su dimensión subjetiva (percepción del usuario de que el dispositivo ha quedado desactualizado), tal como lo plantea Sedeño López (2021). En conjunto, ambos resultados permiten comprender cómo la obsolescencia programada incide en los hábitos de consumo tecnológico y en la generación de residuos electrónicos.

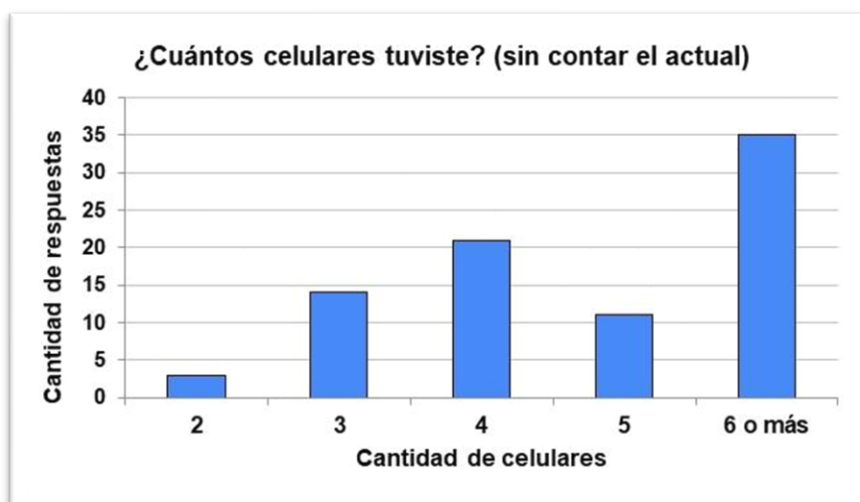


Figura 2. Cantidad de teléfonos celulares utilizados a lo largo de la vida

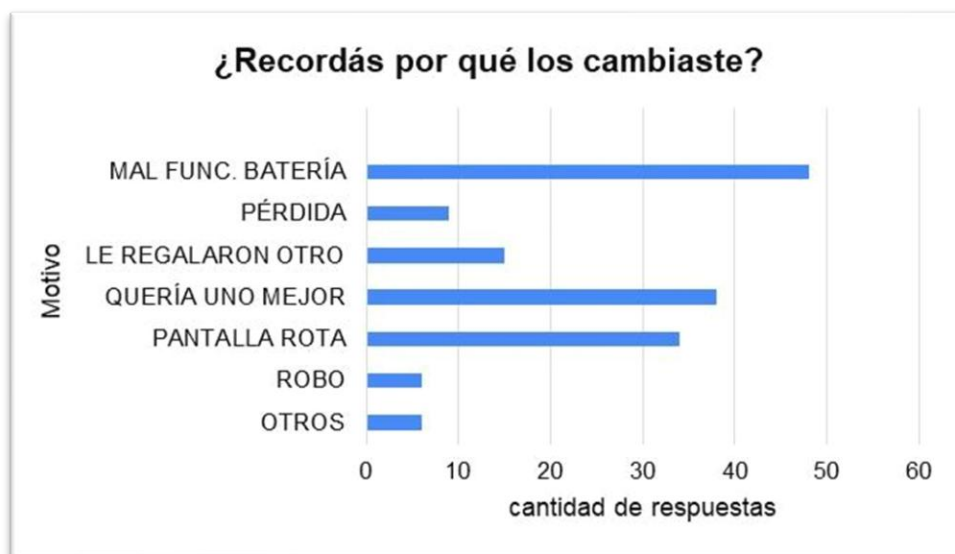


Figura 3. Motivos de reemplazo de los teléfonos móviles que evidencian la obsolescencia programada en sus dimensiones objetiva y subjetiva

Por su parte, los resultados de la Figura 4 muestran que la mayoría de los participantes utiliza su celular por un período relativamente corto (entre dos y cuatro años), lo que confirma la limitada vida útil de estos dispositivos en comparación con otros bienes tecnológicos.



Figura 4. Vida útil del último celular desechado

En relación con la disposición final de los dispositivos, la Figura 5 revela que más de la mitad prefiere conservarlos, mientras que un 30 % los reutiliza de alguna forma. La baja proporción de personas que lleva sus celulares a centros de reciclaje (6 %) evidencia una escasa práctica de gestión responsable de residuos electrónicos.



Figura 5. Disposición final de los celulares

Al consultarles si habían escuchado hablar de la obsolescencia programada, el hecho de que el 51 % de los participantes haya respondido afirmativamente indica que el concepto tiene cierta difusión en la sociedad, aunque todavía no alcanza a la totalidad de los consumidores. Asimismo, solo un 27 % lo consideró al momento de adquirir un nuevo dispositivo, lo que revela que la

mayoría de los usuarios prioriza otros factores tales como precio, marca, diseño y funcionalidades, por encima de la durabilidad o la sostenibilidad.

El gráfico de la Figura 6 evidencia el grado de conocimiento y las menciones realizadas sobre los materiales que componen los teléfonos móviles en la muestra encuestada. En los casos afirmativos, se solicitó que mencionaran los elementos que pudieran identificar.



Figura 6. Respuestas de los usuarios respecto a la composición material de sus dispositivos celulares

El hecho de que 50 personas no hayan podido responder a la pregunta sobre la composición de sus celulares revela un desconocimiento generalizado respecto de los materiales y minerales que forman parte de estos dispositivos. Entre quienes sí respondieron, el litio fue mencionado por el 26 %, lo que probablemente se deba a la amplia difusión mediática de las baterías de litio y su asociación directa con la telefonía móvil. Sin embargo, la ausencia de referencias a otros elementos clave (como cobre, oro, plata o tierras raras) muestra que el conocimiento es parcial y limitado.

Por último, para invitar a reflexionar sobre la posibilidad de reciclar y reutilizar partes de un celular, se preguntó si conocían que las medallas de los Juegos Olímpicos de Tokio 2020 fueron fabricadas con metales extraídos de dispositivos móviles en desuso. Al respecto, solo 10 personas respondieron afirmativamente, lo que muestra que incluso iniciativas tan visibles y simbólicas de economía circular pasan desapercibidas para la mayoría.

IMPLICACIONES DEL DESCARTE INADECUADO DE CELULARES

La presencia de materiales altamente contaminantes en los celulares, tales como níquel, plomo, cadmio, retardantes de llama bromados, entre otros, genera una seria preocupación al momento de desecharlos. Estos componentes, al liberarse en vertederos o incinerarse, pueden filtrarse al suelo y al agua, afectando directamente la salud humana y los ecosistemas.

Tal y como remarcan Correa Córdoba et al. (2019), la problemática de los celulares no se limita únicamente a su uso cotidiano, sino que se extiende al impacto ambiental generado por los residuos electrónicos.

Según Singh et al. (2019), la fabricación y funcionamiento de los teléfonos móviles requiere necesariamente del empleo de sustancias nocivas. Estos metales pesados, retardantes de llama y compuestos halogenados, entre otros, varían en tipo y volumen, y aunque las cantidades presentes en cada dispositivo puedan parecer mínimas (microgramos), la producción masiva multiplica exponencialmente su efecto contaminante.

Para dimensionar este impacto, se ha desarrollado una escala específica de medición (PAF, Potentially Affected Fraction), que vincula directamente la presencia de estos agentes con el riesgo ambiental. El PAF permite evaluar cómo la acumulación de contaminantes afecta a la fracción de especies en un ecosistema, convirtiéndose en un indicador clave de la toxicidad ambiental.

Singh et al. (2019) expresan que el elemento con mayor índice de ecotoxicidad presente en los teléfonos celulares (sea o no inteligente) es el cobre, con índices PAF relacionados a un estado crítico ($45.818\text{--}77.938 \text{ PAF m}^3/\text{kg}$), lo que significa un riesgo para el medio ambiente.

En este sentido, la producción masiva de celulares implica una contaminación en masa agravada, ya que cada unidad contribuye, aunque sea mínimamente, a un efecto acumulativo de gran alcance.

En cuanto a la cantidad de teléfonos desechados en nuestro país, no se dispone de una cifra exacta. Sin embargo, los datos históricos permiten dimensionar la magnitud del fenómeno. Según López Sardi (2008), en su artículo *E-scrap: El impacto de la tecnología sobre el medio ambiente*, el INDEC registraba 18 millones de líneas activas en agosto de 2005 y 37,5 millones en agosto de 2007, lo que evidencia un crecimiento acelerado en apenas dos años. Actualmente, el Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM) confirma la existencia de 64,5 millones de líneas activas, cifra que refleja la consolidación del mercado móvil y la penetración casi universal de la telefonía celular en Argentina.

Aun considerando que parte de estos dispositivos ya no requieren SIM física (por el avance de la tecnología eSIM), el recambio constante de equipos implica una generación masiva de residuos electrónicos. Cada reemplazo no solo supone la incorporación de un nuevo dispositivo al mercado, sino también la potencial disposición inadecuada del anterior, lo que incrementa la presión sobre los sistemas de gestión de residuos y sobre el ambiente.

Al ser desechados y quedar expuestos, los componentes de los teléfonos reaccionan con factores ambientales como el aire, la radiación solar y la lluvia, liberando sustancias químicas que contaminan la atmósfera, el agua y el suelo (Baquero Chilán et al., 2022). Esta exposición incrementa la posibilidad de contacto o ingesta de metales pesados y compuestos tóxicos, generando problemas de salud graves e irreversibles, especialmente en comunidades cercanas a vertederos o zonas de disposición informal.

Además, la extracción de los recursos naturales necesarios para fabricar estos dispositivos implica procesos altamente contaminantes como deforestación,

alteración de ecosistemas acuáticos y emisión de gases de efecto invernadero durante el tratamiento de materiales como el silicio, utilizado en pantallas y placas de circuito (Vaccaro y Courville, 2025).

La falta de programas de reciclado y gestión adecuada hace que gran parte de estos residuos termine en rellenos sanitarios o sea incinerada, liberando sustancias tóxicas a la atmósfera y agravando la contaminación (Waste Magazine, s.f.).

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El impacto ambiental de la obsolescencia programada requiere de un abordaje conjunto y articulado de disciplinas STEAM.

La encuesta realizada permite visualizar la influencia de la obsolescencia programada de teléfonos inteligentes sobre aspectos económicos, ambientales y socioculturales.

Los datos recogidos en la investigación evidencian que el ciclo de vida del celular, desde la extracción de materias primas hasta su descarte, genera impactos ambientales y sanitarios acumulativos. Por ello, resulta fundamental promover espacios de difusión y reflexión sobre las consecuencias del *e-waste*, impulsando políticas de reciclaje, sustitución de materiales tóxicos y educación ambiental para reducir la contaminación y proteger la salud pública.

En tal sentido, existe un desafío cultural y educativo: transformar el conocimiento fragmentario (ej. litio en baterías) en una comprensión integral de la cadena de materiales y su potencial de reciclaje. Esto permitiría fortalecer la conciencia sobre la importancia de la recirculación de componentes electrónicos y la reducción de residuos tecnológicos.

El desconocimiento en tópicos que son de relevancia para el ambiente como la composición química de un celular motiva a generar propuestas de alfabetización científica en el tema objeto de investigación.

Dado que el estudio estadístico se considera un componente fundamental de la Educación para el Desarrollo Sostenible se ha comenzado a trabajar en intervenciones en el ámbito universitario con estudiantes de Ingeniería Electrónica y Electricista en la asignatura Probabilidad, Variable Aleatoria y Estadística a través de un trabajo integrador en el que se pone en consideración un abordaje interdisciplinar donde confluyen aspectos tecnológicos, químicos, ambientales y matemáticos (Dómina et al., 2025).

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen el financiamiento de la Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas (Beca EVC-CIN) 2024 y del PGI-UNS 24/Q148 en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baque Chilán, D. J., Baque Sánchez, A. S., Borbor Jama, C. O., & Merchán Carreño, E. J. (2022). Impactos que generan los desechos tecnológicos

- en el medio ambiente. *Journal TechInnovation*, 1(2), 26–32. <https://doi.org/10.47230/Journal.TechInnovation.v1.n2.2022.26-32>
- Correa Córdoba, M. A., Cubillos Rodríguez, A. G., Correa Córdoba, M. A., Vidal Gualteros, D. S., & Diaz Marín, S. D. (2019). Celulares Contaminación, manejo de residuos y alternativas de cambio. *Revista Agunkuyâa*, 9(1), 21-34. <https://doi.org/10.33132/27114260.1781>
- Dirección General de Cultura y Educación, Subsecretaría de Educación & Dirección Provincial de Educación Secundaria. (2024, junio). *Principios de la Ley de Educación Ambiental Integral (EAI) en los espacios curriculares del nivel secundario: Documento de trabajo*. https://abc.gob.ar/secretarias/sites/default/files/2024-10/DPESec_Mes%20EAI_2024.pdf
- Domènech Casal, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *UTE. Teaching & Technology, Universitas Tarraconensis*, (2), 154-168. <https://raco.cat/index.php/UTE/article/view/369781>
- Dómina, F., Hernández, S. A. & Marrón, B. S. (2025) Pensamiento probabilístico en tiempos de obsolescencia: desafíos para la formación ciudadana. Ponencia XLVIII Reunión de Educadores en Matemática, Bariloche, Río Negro, 1 al 5 de diciembre del 2025 (Memorias en edición).
- González Lankenau, C. L., & Ortega Rubí, M. E. (2024). La Acumulación de Capital Impulsada desde el Consumo y la Obsolescencia Programada, Análisis desde la Perspectiva del Desarrollo Sustentable. *Sostenibilidad Económica, Social Y Ambiental*, (6), 47–60. <https://doi.org/10.14198/Sostenibilidad.24809>
- Lam-Byrne, A. G. (2023). El aprendizaje STEAM: una práctica inclusiva. *Revista Científica Episteme Y Tekne*, 2(1), e466. <https://doi.org/10.51252/rceyt.v2i1.466>
- López Sardi, M. (2008). *E-scrap: El impacto de la tecnología sobre el medio ambiente*. Universidad de Palermo. <http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT04.pdf>
- López Simó, V., Couso Lagarón, D. & Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, 20(62). https://www.um.es/ead/red/58/lopez_et_al.pdf
- Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* [Resolución]. https://unctad.org/meetings/es/Sessional-Documents/ares70d1_es.pdf
- Olympics. (s.f.). Medallas olímpicas de Tokio 2020 - Diseño, historia y fotos. Olympics.com. <https://www.olympics.com/es/olympic-games/tokyo-2020/medal-design>
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en ingeniería*, (15), 85-95. <https://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/308>
- Rodríguez Alfaro, L. F., Luévano Hipólito, E., & Torres Martínez, L. M. (2023). Geopolímeros: El ave fénix de los materiales de construcción emergentes

- y su aplicación en la remediación ambiental. En X. Somoza Medina (Org.), *Ciência e tecnologia para o desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico II* (Cap. 15, pp. 178–190). Artemis. https://doi.org/10.37572/EdArt_270223767
- Sedeño López, J. F. (2021). Medidas tributarias contra la obsolescencia programada en el marco de la economía circular: perspectiva comparada y posibles líneas de actuación. *Crónica tributaria*, 1(178). <http://cronicatributaria.ief.es/ief/ct/index.php/cronica-tributaria/article/view/93>
- Singh, N., Duan, H., Ogunseitan, O. & Tang, Y. (2019). Toxicity trends in E-Waste: A comparative analysis of metals in discarded mobile phones. *Journal of Hazardous Materials*, (380), 120898. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.120898>
- Vaccaro, C. A., & Courville, K. (2025). El impacto al medio ambiente de los aparatos electrónicos: La advertencia de los científicos sobre los residuos electrónicos. *REA: Revista Científica Especializada En Educación Y Ambiente*, 4(1), 136–146. <https://doi.org/10.48204/rea.v4n1.7301>
- Vásquez, C., & García-Alonso, I. (2020). La educación estadística para el desarrollo sostenible en la formación del profesorado. *Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado*, 24(3), 125–147. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i3.15214>
- Vázquez-Rodríguez, Gabriela. (2015). Obsolescencia programada: historia de una mala idea *Herreriana* 11(2), 3-8. https://www.researchgate.net/publication/301553675_Obsolescencia_programada_historia_de_una_mala_idea_2015_Herreriana_Vol_11_Num_2_p_3-8

Innovación para la enseñanza de la Química

FERIAS DE CIENCIAS COMO ESCENARIO DE INNOVACIÓN Y PROFESIONALIZACIÓN DE FUTUROS PROFESORES DE QUÍMICA

Valeria Paula Capuano, María Soledad Cicutta

Instituto de Educación Superior "Domingo Faustino Sarmiento", Resistencia, Chaco, Argentina

E-Mail: valepau89@gmail.com

Recibido: 04/05/2026. Aceptado: 10/07/2026.

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23449683/3ygrj6pca>

Resumen. Este trabajo describe una experiencia formativa desarrollada en el Profesorado de Educación Secundaria en Química del Instituto de Educación Superior "Domingo Faustino Sarmiento" (Resistencia, Chaco, Argentina), en el marco de la participación de estudiantes residentes en un proyecto de investigación educativa destinado a feria de ciencias para el nivel superior. La propuesta se centró en la enseñanza de "Sistemas materiales y métodos de separación de fases" mediante una estrategia interdisciplinaria vinculada con el reciclado de colillas de cigarrillo, integrando contenidos de química, problemáticas ambientales y el enfoque STEAM. La misma permitió a los futuros docentes diseñar, implementar y evaluar una secuencia didáctica, al tiempo que fortalecieron competencias profesionales claves: planificación, trabajo colaborativo, comunicación académica y reflexión crítica sobre la práctica. Se concluye que la participación de estudiantes de profesorado en ferias de ciencias constituye una experiencia valiosa para la formación profesional, ya que promueven autonomía, innovación y compromiso social.

Palabras clave: formación docente, ferias de ciencias, enfoque STEAM

Science fairs as a setting for innovation and professionalization of future Chemistry teachers

Abstract. This paper describes a formative experience developed in the Secondary Education in Chemistry Teacher Training Program at the Instituto de Educación Superior "Domingo Faustino Sarmiento" (Resistencia, Chaco, Argentina), within the framework of pre-service teachers' participation in an educational research project for a higher-level science fair. The proposal focused on teaching "Material systems and phase separation methods" through an interdisciplinary strategy linked to cigarette butt recycling, integrating chemistry content, environmental issues, and the STEAM approach. The experience allowed future teachers to design, implement and evaluate a didactic sequence, while strengthening key professional competencies: planning, collaborative work, academic communication and critical reflection on practice. It is concluded that pre-service teachers' participation in science fairs provides a valuable opportunity for initial teacher education by fostering autonomy, innovation, and social commitment.

Keywords: teacher training, science fairs, STEAM approach



Feiras de ciências como cenário de inovação e profissionalização de futuros professores de Química

Resumo. Este trabalho descreve uma experiência formativa desenvolvida no curso de formação de professores de Química para o Ensino Médio do Instituto de Educação Superior “Domingo Faustino Sarmiento” (Resistencia, Chaco, Argentina), no âmbito da participação de estudantes residentes em um projeto de pesquisa educacional destinado a uma feira de ciências do ensino superior. A proposta concentrou-se no ensino de “Sistemas materiais e métodos de separação de fases” por meio de uma estratégia interdisciplinar relacionada à reciclagem de bitucas de cigarro, integrando conteúdos de química, problemáticas ambientais e a abordagem STEAM. A proposta permitiu que os futuros professores elaborassem, implementassem e avaliassem uma sequência didática, ao mesmo tempo que fortaleceram competências profissionais fundamentais: planejamento, trabalho colaborativo, comunicação acadêmica e reflexão crítica sobre a prática. Conclui-se que a participação de estudantes de cursos de formação de professores em feiras de ciências constitui uma experiência valiosa para a formação profissional, uma vez que promove autonomia, inovação e compromisso social.

Palavras-chave: formação de professores, feiras de ciências, abordagem STEAM

INTRODUCCIÓN

La formación de futuros profesores de química enfrenta el desafío permanente de equilibrar los conocimientos propios de la disciplina con las prácticas pedagógicas (Tricarico, 2007). El objetivo es que los estudiantes no solo dominen los contenidos, sino que sean capaces de transformarlos en experiencias de aprendizaje significativas para la escuela secundaria actual (Caballero Camejo y Recio Molina, 2007).

En este escenario, las Ferias de Ciencias y Tecnología organizadas en Argentina por la Subsecretaría de Educación, para todos los niveles y modalidades, se erigen como un espacio de gran valor formativo (Programa Nacional de Ferias de Ciencias y Tecnología, 2025a). Constituyen una propuesta educativa de larga trayectoria en Argentina (comenzaron aproximadamente en la década de 1960, según reseñas de docentes abocados a la organización de estos eventos), con instancias a nivel escolar institucional, provincial y nacional, que permiten que estudiantes y educadores presenten proyectos de investigación, experiencias didácticas, innovaciones tecnológicas o trabajos interdisciplinarios (Programa Nacional de Ferias de Ciencias y Tecnología, 2025a). Su objetivo es fomentar la curiosidad científica, el trabajo colaborativo y el desarrollo de competencias como la comunicación, la argumentación y la resolución de problemas.

La participación en la feria de ciencias de los estudiantes de los niveles inicial, primario y secundario consiste en la presentación de un proyecto a partir del planteo de un problema de investigación. En el nivel superior -específicamente en los profesorados- los lineamientos feriales nacionales solicitan que los futuros educadores participen con trabajos de investigación educativa que den cuenta de estrategias innovadoras de enseñanza, contributivas para el campo de la Didáctica específica y de las Ciencias (Programa Nacional de Ferias de Ciencias y Tecnología, 2025b). Esto permite que los docentes en formación se sumerjan en propuestas didácticas reales, diseñándolas, implementándolas y evaluándolas en contacto directo con estudiantes y otros educadores, constituyendo un eje para la reflexión y su profesionalización. Además, ofrecen la posibilidad de trabajar con un enfoque interdisciplinario STEAM (enfoque educativo que articula Ciencia, Tecnología,

Ingeniería, Arte y Matemática), enriqueciendo notablemente la enseñanza de la Química. El propósito es que estos planes de acción promuevan espacios de análisis y reflexión sobre su impacto en los aprendizajes (Lorenzo, 2020).

Desde el año 2024, el Programa Nacional de Feria de Ciencias y Tecnología impulsa a los educadores a integrar el enfoque STEAM en sus proyectos. Este modelo pedagógico se centra en la resolución de problemas mediante la integración de estas áreas del conocimiento y valora la creatividad y la innovación, promoviendo la colaboración entre alumnos y el abordaje integral de problemáticas reales mediante proyectos interdisciplinarios y contextualizados (Domènech-Casal, 2018). Diversos estudios destacan el potencial de estos dispositivos para promover el aprendizaje activo, el trabajo colaborativo y el desarrollo de competencias profesionales (Lorenzo, 2020; Anijovich y Cappeletti, 2018; De Uria y Duré, 2014; Occelli et al. 2016; Calafell Subirá y Banqué Martínez, 2017).

Las ferias de ciencias constituyen un espacio de proyección para que los futuros maestros y profesores den a conocer sus propuestas de enseñanza, enriqueciéndolas y perfeccionándolas a partir de la retroalimentación brindada por los docentes evaluadores en las distintas instancias del evento. No obstante, persiste aún una escasez de estudios que evidencien de manera sólida la repercusión de estas prácticas en la formación inicial docente, particularmente en el campo de la enseñanza de la química, lo que confiere relevancia a experiencias como las que aquí se presentan.

En este contexto, el presente trabajo se propone responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo incide la participación en proyectos de ferias de ciencias en el desarrollo de competencias profesionales en estudiantes del profesorado de química?

OBJETIVO

Este trabajo exhibe un doble propósito: por un lado, describir la experiencia de acompañamiento, en calidad de docentes asesoras, en un proyecto de investigación educativa destinado a feria de ciencias de nivel superior, desarrollado por estudiantes residentes del Profesorado de Educación Secundaria en Química; por otro lado, analizar la incidencia de dicha participación en el desarrollo de competencias profesionales y en la reflexión sobre la práctica docente, promoviendo la toma de conciencia respecto de la responsabilidad como futuro trabajador de la educación y agente impulsor de proyectos de transformación social.

METODOLOGÍA

El presente estudio se enmarca en un enfoque cualitativo, bajo la modalidad de estudio de caso con características de investigación-acción dado que se analiza una experiencia situada en un contexto específico de formación docente, en la cual las investigadoras participaron activamente como docentes orientadoras del proceso. Su alcance fue descriptivo-interpretativo, orientado a comprender cómo la participación en un proyecto de feria de ciencias incide en el desarrollo de competencias profesionales en estudiantes del Profesorado de Educación Secundaria en Química.

Este estudio estuvo enmarcado en los lineamientos orientadores nacionales establecidos para el nivel educativo superior (Instituto Nacional de Formación Docente, 2025), lo que permitió analizar en profundidad las prácticas, interacciones y producciones de los participantes en su contexto natural de formación.

La experiencia se desarrolló entre los meses de mayo y noviembre del año 2025, en el Profesorado de Educación Secundaria en Química del Instituto de Educación Superior "Domingo F. Sarmiento" (Resistencia, Chaco, Argentina), en el marco de la cátedra Residencia Pedagógica.

Participaron once estudiantes residentes que se encontraban cursando el tramo final de su formación docente. La selección de los participantes fue de tipo intencional, en tanto formaban parte del espacio curricular en el cual se implementó la propuesta. Asimismo, se trabajó con estudiantes de una Escuela Secundaria para Jóvenes y Adultos (ESJA N° 12) de la ciudad de Resistencia, quienes participaron en la implementación de la secuencia didáctica diseñada. Esta misma, además, fue replicada posteriormente con alumnos de ciclo básico de una escuela de nivel secundario (EES N° 76 "José M. Paz") también de Resistencia.

Desde la cátedra de Residencia Pedagógica, se promovió que los estudiantes realizaran un proyecto de investigación educativa, brindándoles la oportunidad de trabajar en equipo, diseñar e implementar una propuesta didáctica para el nivel secundario y analizar los resultados obtenidos. El eje temático abordado fue la enseñanza de "Sistemas materiales y métodos de separación de fases", a partir de una estrategia interdisciplinaria vinculada con el reciclado de colillas de cigarrillo, integrando los enfoques STEAM y CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad).



Figura 1. Alumnas de Residencia desarrollando el taller en la ESJA N° 12

El proyecto se desarrolló a través de las siguientes etapas cronológicamente estructuradas, bajo guía y diálogo constante con las docentes orientadoras:

- **Planteamiento del problema didáctico y fundamentación teórica:** Se identificó un problema concreto en la enseñanza de "Sistemas materiales y métodos de separación de fases" en el nivel secundario. A partir de sus propias experiencias de práctica y su recorrido académico, los estudiantes reflexionaron críticamente sobre

las estrategias de enseñanza más comunes, concluyendo que enfoques innovadores como STEAM y CTS podrían generar mejores resultados al promover una enseñanza más contextualizada, integral y transversal.

- **Diseño y desarrollo de la propuesta didáctica:** Los estudiantes optaron por una estrategia que combinaba la enseñanza de los sistemas materiales y los métodos de separación de fases con una problemática ambiental relevante: el reciclado de colillas de cigarrillo. Investigaron su impacto ambiental, sus tratamientos físicos y químicos, y exploraron antecedentes de su uso como herramienta didáctica. Además, diseñaron la aplicación práctica del material reciclado obtenido (macetas, tapas de cuadernos, aromatizadores) y ensayaron diferentes formas de impregnación con esencias perfumadas.
- **Implementación en el aula:** Los futuros docentes implementaron la secuencia didáctica en formato de taller con estudiantes de una Escuela Secundaria para Jóvenes y Adultos (ESJA N° 12) de la ciudad de Resistencia. Durante el taller, que se llevó a cabo en dos jornadas de 80 minutos cada una, aplicaron estrategias basadas en los enfoques STEAM y CTS y recolectaron datos cualitativos y cuantitativos mediante diversos instrumentos para evaluar el impacto de su propuesta.
- **Análisis de resultados y redacción del informe:** Los estudiantes tabularon y analizaron los datos a la luz de los aportes de autores referentes en Didáctica de las Ciencias Experimentales. A medida que avanzaba cada etapa, redactaron el informe de investigación en un documento compartido, lo que les permitió presentarlo en las instancias feriales institucional, regional y provincial, donde su trabajo fue destacado y seleccionado para la instancia nacional.



Figura 2. Alumnas residentes en la instancia provincial de la feria de ciencias

Para la obtención de información en este trabajo de investigación se emplearon múltiples técnicas, con el propósito de favorecer la triangulación de datos:

- **Observación participante** durante el desarrollo de las actividades, con registro en notas de campo (planillas de observación de las docentes asesoras).
- **Registros escritos de los estudiantes residentes**, incluyendo planificaciones, informes y producciones académicas.
- **Instrumentos de evaluación aplicados en la implementación**, que permitieron relevar información sobre los aprendizajes y la participación de los estudiantes (carpeta de campo y registro pedagógico de las docentes asesoras).
- **Intercambios orales y espacios de reflexión** desarrollados durante el proceso, orientados a analizar las decisiones pedagógicas y los resultados obtenidos.

El análisis de la información se realizó mediante un enfoque cualitativo, a través de la identificación de categorías vinculadas al desarrollo de competencias profesionales (planificación, trabajo colaborativo, comunicación y reflexión sobre la práctica).

Se llevó a cabo un proceso de lectura comprensiva y comparación de los distintos registros, lo que permitió reconocer regularidades, avances y dificultades en la experiencia. Asimismo, los resultados fueron interpretados a la luz de aportes teóricos del campo de la Didáctica de las Ciencias y la formación docente, favoreciendo una articulación entre evidencia empírica y marco conceptual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La experiencia desarrollada demostró resultados significativos en la formación docente de los estudiantes residentes. A lo largo del proceso, los participantes evidenciaron un notable crecimiento en múltiples dimensiones de su formación profesional, coherente con los objetivos planteados al inicio de la propuesta.

El análisis de la información permitió identificar cuatro categorías principales vinculadas al desarrollo de competencias profesionales, en relación con las propuestas en los lineamientos propuestos en el Documento base para la implementación del Capítulo III de la Resolución CFE 476/24 (Instituto Nacional de Formación Docente, 2025). A continuación, se presenta la matriz (Tabla 1) donde se han triangulado los datos obtenidos de los instrumentos y técnicas que se han utilizado en esta investigación.

Tabla 1. Matriz integrada de los datos de la carpeta de campo de los residentes y registro pedagógico de las docentes asesoras

Categoría	Evidencia integrada	Interpretación
1. Planificación didáctica	<i>Carpeta de campo:</i> definición del problema a partir de una situación cotidiana (colillas), articulación de puentes STEAM y reformulación iterativa del protocolo tras sucesivas pruebas. <i>Registro pedagógico:</i> selección del eje NAP "Los materiales y sus cambios", estructuración en dos encuentros, incorporación de focos complementarios (Matemática, Arte) y transversales (Lengua), adecuación a la modalidad ESJA y réplica sin modificaciones sustanciales en un segundo contexto institucional.	La planificación evolucionó de un problema situado y ajustado día a día a un diseño STEAM consolidado y transferible, validado por su replicabilidad exitosa en una institución distinta.
2. Trabajo colaborativo	<i>Carpeta de campo:</i> organización conjunta del taller el mismo día de implementación, reparto de tareas asincrónicas y sostén mutuo por intercambios informales (WhatsApp). <i>Registro pedagógico:</i> equipo de once estudiantes con roles diferenciados por etapa, distribución autónoma de tareas de cierre (edición, cartelería, encarpetao) y selección consensuada de expositores; se reconoce explícitamente el desarrollo de la competencia de "trabajo con otros".	La colaboración se sostuvo tanto en la cotidianidad informal como en una organización institucional más compleja, con reconocimiento externo de esta competencia como logro formativo.
3. Comunicación académica	<i>Carpeta de campo:</i> proceso deliberativo para consensuar el título del proyecto y primera presentación oral ante estudiantes de la ESJA N°12. <i>Registro pedagógico:</i> redacción y corrección progresiva del informe, exposición ante jurados en cuatro instancias sucesivas (institucional, regional, provincial, nacional), con rediseño del tríptico según devoluciones recibidas y valoración positiva del jurado sobre la solidez del proyecto.	La comunicación académica se profesionalizó progresivamente: de un registro interno y de ensayo (grupo de pares, escuela) a uno público, formal y validado externamente en instancias evaluativas crecientes.
4. Reflexión sobre la práctica	<i>Carpeta de campo:</i> reconocimiento explícito de un error técnico y su resignificación (" <i>los errores también forman parte del camino</i> "), y reflexión final que vincula la técnica aprendida con la identidad docente. <i>Registro pedagógico:</i> intercambio grupal guiado por la asesora sobre fortalezas y debilidades de la implementación, e incorporación de las sugerencias del jurado provincial en la etapa de réplica.	La reflexión operó en dos planos articulados, individual e institucional, y se tradujo en una decisión concreta (replicar la secuencia), evidenciando el pasaje de la reflexión a la acción transformada.

De la observación participante y los intercambios orales en los espacios de reflexión, las docentes asesoras pudieron relevar de manera general los datos que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Datos tomados de las planillas de observaciones de las docentes asesoras

Categoría de competencia	Observaciones generales
1. Planificación didáctica	Competencia de planificación sólida y consistente: los residentes diseñaron secuencias interdisciplinarias con enfoque STEAM, partiendo de situaciones cotidianas o problemáticas socioambientales y articulando contenidos de distintas disciplinas mediante preguntas puente. La planificación no fue estática, sino que se ajustó de forma iterativa a partir de la evidencia empírica (pruebas, ensayos, devoluciones) y se adaptó al contexto específico de los destinatarios (tiempos, espacios, modalidad de jóvenes y adultos). La posibilidad de replicar la propuesta en un segundo contexto sin modificaciones sustanciales confirma la robustez y transferibilidad del diseño elaborado.
2. Trabajo colaborativo	Trabajo en equipo sostenido en el tiempo, con distribución y negociación de tareas, toma de decisiones conjuntas y reparto autónomo de responsabilidades. La colaboración ocurrió tanto en instancias presenciales como virtuales o asincrónicas. Esto evidenció una competencia de trabajo colaborativo que combinó confianza mutua, autonomía y flexibilidad para coordinar tareas más allá del encuentro presencial.
3. Comunicación académica	Proceso de alfabetización académica progresivo: la redacción de informes y textos (título del proyecto, tríptico, informe de feria) se revisó y ajustó sucesivamente en función de convenciones de género, pautas institucionales y devoluciones recibidas. A esto se sumó la comunicación oral ante públicos diversos (jurados evaluadores en instancias sucesivas, estudiantes secundarios de la ESJA), lo que exigió reorganizar el discurso según el destinatario. Las devoluciones positivas de jurados y orientadoras confirmaron una apropiación genuina del lenguaje académico y no solo el cumplimiento de un trámite formal.
4. Reflexión sobre la práctica	La reflexión apareció como un proceso genuino y no meramente narrativo: los residentes reconocieron explícitamente errores y dificultades y los resignificaron como parte del aprendizaje (reflexión "en y sobre la acción", Perrenoud, 2004), realizaron una metarreflexión sobre el proceso completo e incorporaron sugerencias externas (jurados, orientadoras) en instancias de réplica. Esta reflexividad se articuló además con la construcción de la identidad profesional docente, evidenciando el pasaje de la experiencia técnica concreta a una comprensión más amplia del propio rol como futuros docentes (Anijovich y Cappelletti, 2018).

En síntesis, puede afirmarse desde un punto de vista cualitativo general que, dentro de cada categoría, prevalecieron las siguientes cuestiones:

1. Planificación didáctica: Se observó un fortalecimiento en la capacidad de los estudiantes para diseñar secuencias didácticas interdisciplinarias con enfoque STEAM, adaptadas al contexto y centradas en estrategias de aprendizaje activo. Lograron articular contenidos disciplinares con problemáticas socioambientales, evidenciando una planificación más integral y significativa.
2. Trabajo colaborativo: Los registros analizados muestran avances en la construcción de dinámicas de trabajo en equipo. Los estudiantes desarrollaron habilidades de negociación, distribución de tareas y toma de decisiones conjuntas, aspectos fundamentales para el ejercicio profesional docente.

3. Comunicación académica: La elaboración del informe y la defensa del proyecto en instancias feriales favorecieron el desarrollo de competencias comunicativas. Se evidenció una mejora en la capacidad de argumentación, uso del lenguaje disciplinar y presentación de ideas de manera estructurada. Estas competencias son consideradas centrales en la alfabetización académica de los futuros docentes de ciencias.

4. Reflexión sobre la práctica: La experiencia promovió procesos de reflexión “en y sobre la acción” (Perrenoud, 2004), permitiendo a los estudiantes identificar dificultades en la enseñanza de contenidos químicos y reformular sus estrategias pedagógicas.

También se observó un aumento sostenido en la confianza, la autonomía y la motivación de los estudiantes, que se manifestó directamente en sus prácticas en las escuelas asociadas.

Desde el punto de vista metodológico, los residentes adquirieron una comprensión profunda del proceso científico aplicado a la didáctica de la química. Aprendieron a recolectar datos cuantitativos y cualitativos utilizando diversos instrumentos, y a analizarlos críticamente para identificar dificultades en el aprendizaje de conceptos químicos y diseñar estrategias efectivas para superarlas. Esta reflexión constante potenció el desarrollo de importantes competencias metacognitivas, necesarias para el ejercicio profesional permanente.

Estos resultados dialogan con los hallados por De Uria y Dure (2012) en su experiencia con estudiantes del Profesorado de Tecnología, donde la participación en ferias de ciencias operó como un espacio alternativo de formación capaz de transformar las trayectorias formativas de los residentes. Al igual que en el presente estudio, las autoras destacan que estos dispositivos posibilitan que los estudiantes asuman nuevos roles, de mayor autonomía y compromiso, frente a sus propias prácticas. En esta misma línea, Occelli et al. (2016) señalan que las prácticas extensionistas en ámbitos no formales fortalecen en los futuros docentes la capacidad de adecuarse a contextos inciertos, complejos y cambiantes, favoreciendo el desarrollo de competencias para el diseño de propuestas didácticas en situaciones no convencionales. En esta misma dirección, Calafell Subirá y Banqué Martínez (2017), en su experiencia con estudiantes del Grado de Educación Infantil, encontraron que la feria de ciencias favorece principalmente la ambientalización curricular, siendo la selección de un fenómeno de estudio significativo y la formulación de una pregunta generadora los pasos que los futuros docentes reconocen como más reveladores para innovar en el diseño de actividades de educación científica.

Estos antecedentes permiten pensar a la feria de ciencias como una estrategia formativa transferible a distintas disciplinas y contextos institucionales del nivel superior. No obstante, los resultados deben interpretarse considerando las características contextuales del estudio, lo que limita su generalización a otros ámbitos de formación docente.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Los resultados evidenciados a partir de la participación de los estudiantes residentes del Profesorado de Química en un proyecto de feria de ciencias ponen de manifiesto el valor pedagógico de la propuesta para la formación de un docente reflexivo, tal como lo concibe Perrenoud (2004). Esta iniciativa contribuye a la formación de profesionales capaces de adoptar un enfoque integrado en sus procesos de enseñanza y de crear propuestas multidisciplinarias mediante la aplicación de conceptos de diversas áreas STEAM, centradas en el aprendizaje activo y significativo.

Por otro lado, haber realizado una investigación orientada a la didáctica de la química proporcionó a los futuros docentes una comprensión profunda del proceso científico, aumentando su confianza para diseñar y facilitar actividades con problemas reales en sus clases, fomentando así la curiosidad y el pensamiento crítico en sus propios estudiantes.

Como implicación pedagógica central, se sostiene que la incorporación de proyectos de investigación educativa para ferias de ciencias en los espacios de Residencia Pedagógica representa una estrategia formativa de alto potencial, replicable en otros contextos de formación docente. Esta metodología favorece la articulación entre teoría y práctica, la reflexión sobre la enseñanza y el desarrollo de una identidad profesional comprometida con la transformación social.

Desde nuestra perspectiva como docentes formadoras y asesoras del proyecto, acompañar este proceso nos recordó que la enseñanza se transforma cuando se integran la investigación, la creatividad y la reflexión compartida. Formar docentes implica, ante todo, creer en su capacidad de generar propuestas que mejoren la enseñanza de la química en las escuelas de nuestra comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anijovich, R., & Cappelletti, G. (2018). *La evaluación como oportunidad*. Paidós.
- Caballero Camejo, C. A., & Recio Molina, P. P. (2007). Las tendencias de la didáctica de las ciencias naturales en el siglo XXI. *Varona*, (44), 34-41.
- Calafell Subirá, G., & Banqué Martínez, N. (2017). La Feria de Ciencias, una oportunidad para ambientalizar una asignatura de la formación inicial de maestros en educación infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 3117-3124.
https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/74_la_feria_de_ciencias_una_oportunidad_para_ambientalizar.pdf
- De Uria, S., & Dure, D. A. (2014). *La feria de ciencia como espacio alternativo de formación*. II Congreso Regional de Educación Superior del Nordeste Argentino.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticos para la Competencia Científica. *Ápice*.

- Instituto Nacional de Formación Docente. (2025). *Documento base para la implementación del Capítulo III de la Resolución 476, "La docencia y su formación en capacidades profesionales"*. Ministerio de Capital Humano, Secretaría de Educación. <https://red.infed.edu.ar/desarrollo-curricular/>
- Lorenzo, M. G. (2020). Abordaje interdisciplinar para la enseñanza de las ciencias y la actualización de profesores. *Rev. Educación en Ciencias Biológicas*, 5(1), 1-9. <https://doi.org/10.36861/RECB.5.1.2>
- Occelli, M., Biber, P. A., Ferrero, M. T., & Sosa, C. A. (2016). *La extensión como instancia de prácticas en el Profesorado en Ciencias Biológicas, UNC*. XII Jornadas Nacionales y VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología.
- Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar: profesionalización y razón pedagógica*. Graó.
- Programa Nacional de Ferias de Ciencias y Tecnología. (2025a). *Sobre las ferias de ciencias* (Documento N° 1). Secretaría de Educación, Ministerio de Capital Humano.
- Programa Nacional de Ferias de Ciencias y Tecnología. (2025b). *Rasgos de los proyectos de ferias de ciencias según niveles educativos* (Documento N° 3). Secretaría de Educación, Ministerio de Capital Humano.
- Tricarico, H. R. (2007). *Didáctica de las ciencias naturales* (2ª ed.). Bonum.

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

DESARROLLOS SOCIOTECNOLÓGICOS Y EDUCACIÓN SOBRE ARSÉNICO EN AGUA

Damián Alberto Lampert, Micaela Condolucci, Nicolás Tiago Díaz, Ariel Ian Camilletti Carballo, Silvia Porro

Universidad Nacional de Quilmes, Departamento de Ciencia y Tecnología, Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN), Argentina.

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

Recibido: 03/05/2026. Aceptado: 25/06/2026.

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23449683/7qvsvrk56>

Resumen. Este trabajo presenta una compilación de ocho años de extensión, investigación y docencia sobre la remoción de arsénico en agua, a partir del desarrollo de tecnologías sustentables. Las mismas se han ido presentando en diferentes eventos, desde ferias de ciencias hasta congresos, pasando por áreas como Geografía, hasta Química. El objetivo es compilar los desarrollos sociotecnológicos para remover arsénico de agua, como propuesta educativa CTS. Con el fin de que dichas tecnologías puedan ser replicadas en las aulas. Por ello, se realiza una reseña de los tres conversatorios de "Escuelas sin Arsénico" desde 2024, hasta la fecha. Asimismo, se relatan las vivencias y las percepciones de dichas tecnologías en las instituciones formales y no formales en las cuales se presentaron.

Palabras clave: arsénico, tecnologías sustentables, educación CTS

Sociotechnological developments and education on arsenic in water

Abstract. This work presents a compilation of eight years of outreach, research, and teaching activities focused on arsenic removal from water through the development of sustainable technologies. These technologies have been showcased at various events—ranging from science fairs to academic conferences—across disciplines spanning from Geography to Chemistry. The aim is to compile these socio-technological developments for arsenic removal as an educational proposal based on the STS (Science, Technology, and Society) approach, with the goal of enabling their replication in classrooms. To this end, the work reviews the "Schools without Arsenic" discussion forums held from 2024 to the present. It also recounts the experiences and perceptions regarding these technologies within the formal and non-formal institutions where they were presented.

Keywords: arsenic, sustainable technologies, STS education

Desenvolvimentos sociotecnológicos e educação sobre arsênio na água

Resumo. Este trabalho apresenta uma compilação de oito anos de atividades de extensão, pesquisa e ensino sobre a remoção de arsênio da água, a partir do desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. Essas tecnologias vêm sendo apresentadas em diferentes eventos, desde feiras de ciências até congressos, abrangendo áreas como a Geografia e a Química. O objetivo é compilar os desenvolvimentos sociotecnológicos destinados à remoção de arsênio da água como proposta educativa CTS, a fim de que essas tecnologias possam ser reproduzidas em sala de aula. Para isso, apresenta-se uma síntese dos três encontros de discussão "Escolas sem Arsênio", realizados desde 2024 até o presente. Além disso, são relatadas as experiências e as percepções acerca dessas tecnologias nas instituições formais e não formais em que foram apresentadas.

Palavras-chave: arsênio, tecnologias sustentáveis, educação CTS



INTRODUCCIÓN

Es reconocido mundialmente, que el agua es un recurso multifuncional y que abarca muchas dimensiones de la realidad, siendo una de las razones por las que se le denomina un derecho humano universal. Esto se fundamenta al tener una relación estrecha con los estándares de una vida digna, desarrollándose bajo dos tendencias: una que considera como una condición previa el acceso equitativo a las necesidades mínimas de agua potable para alcanzar otros derechos; y otra que le da sustento por sí mismo, ajeno a su relación con el disfrute de otros derechos humanos (Valdés de Hoyos y Uribe Arzate, 2016).

A partir de ello, se comprende al agua como un recurso vulnerable, es decir, que es susceptible a la contaminación; por actividades industriales, agrícolas y urbanas; a la sobreexplotación de acuíferos por el crecimiento demográfico y la demanda agrícola; y los efectos del cambio climático, como las sequías.

Considerando estas múltiples causas, y aun quedando algunas de lado, se evaluará específicamente un elemento que se encuentra en el agua comúnmente, pero se ve amplificado por acciones antrópicas o naturales.

Aquel elemento es el arsénico (As); si su concentración supera los 0,01 mg/L, según el Código Alimentario Argentino (CAA) para el agua potable, aquella agua no es apta para su consumo, ya que al hacerlo de forma prolongada en el tiempo puede desembocar en problemas respiratorios, enfermedades cardiovasculares, piel amarilla o incluso algunos tipos de cáncer. En sí, estos síntomas se desarrollan en el organismo del ser vivo debido a una enfermedad denominada Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE). Sin embargo, la misma no puede ser detectada con facilidad. El As en agua constituye una temática de importancia que lleva más de 20 años en agendas de la Organización Mundial de la Salud para que la sociedad tome conciencia sobre el elemento (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Resulta relevante destacar que la contaminación de agua por As, desde los estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), se la ha calificado como "desastre lento" (Lampert et al., 2022), debido al tiempo que tarda en manifestarse sus consecuencias.

La dificultad que se enfrenta a la hora de buscar soluciones para la problemática de As en agua es el desconocimiento. Ya que, en Argentina, alrededor de 4 millones de individuos se exponen al consumo de agua contaminada sin tener información sobre ello (Lampert et al., 2025). Frente a esta situación, y siguiendo los aportes de la Red de Seguridad Alimentaria del CONICET (2018), que establece la necesidad de informar y sensibilizar a la comunidad, sin provocar pánico, se viene desarrollando desde 2024 un conversatorio denominado "Escuelas sin Arsénico". Diversas investigaciones educativas, en ámbitos formales y no formales, han sido concluyentes sobre el desarrollo de habilidades de manipulación correcta en agua a partir de la educación y divulgación en la temática (Lampert et al., 2025).

El primer conversatorio se desarrolló en la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) (Lampert, 2024). El segundo, fue desarrollado en conjunto con la

Jornada de Jóvenes Investigadores del Agua en la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) en 2025, con organización de la UNQ (Camilletti Carballo y Lampert, 2026). Mientras que el tercero, se presentó mediante un formato itinerante. Es decir, buscando acercar el conversatorio a diferentes espacios de divulgación y debate, como la Feria del Agua de la UNLP y el Congreso Provincial de Salud (COSAPRO), entre otras actividades escolares y de divulgación dentro de la UNQ. De esta forma, en los últimos años, el Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN) del Departamento de Ciencia y Tecnología de la UNQ, en el marco de los conversatorios y becas de investigación y extensión, se ha encargado de elaborar e idear diversas tecnologías sustentables y económicas, también conocidas como desarrollos sociotecnológicos, con la capacidad de remover arsénico en agua. Las mismas buscan ser, además de una solución, una herramienta para utilizar en la enseñanza de la química como transferencia tecnológica. Este trabajo tiene como objetivo compilar y presentar los resultados de los años de investigación y extensión, en conjunto con las memorias de los conversatorios, a fin de presentar las tecnologías sociales desarrolladas para que la población pueda acceder a sistemas económicos de remoción de As en agua.

DESARROLLO DEL FILTRO FÍSICO QUÍMICO

El filtro Físico Químico, fue realizado por la Ing. Micaela Condolucci, buscando mejorar los filtros desarrollados por el grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Córdoba (UCC), Misk'i Yacu (agua dulce en quechua). Su objetivo era remover As y flúor (F) del agua. Sin embargo, este prototipo contaba con muchas irregularidades, dificultando su uso. La nueva creación de la ingeniería es más eficiente, barata y pequeña, adaptándola para un uso hogareño.

Como el nombre de la tecnología lo anticipa, el método de remoción del As y F es físico químico. Ya que se utilizan materiales como el carbón activado (que retiene compuestos orgánicos e inorgánicos, entre otras funciones), tornillos autoperforantes (que tiene base de hierro, y al ser autoperforantes tienen más radio de alcance con el agua, logrando que el As se quede impregnado en los mismos) y una lámpara ultravioleta (inactiva bacterias mediante radiación emitida en un contexto favorable creado artificialmente), logrando así que gracias a la química y a la física el agua sea apta para consumo humano (Condolucci, 2021).

Si bien, se han mencionado materiales que son los artífices de que el agua sea filtrada, se debe nombrar aquellos que formen parte de la estructura para lograr un resultado similar a la Figura 1. Los materiales que a continuación se listan, tienen las medidas correspondientes a las usadas para la creación de la tecnología:

1. Caño de PVC de 1,5 cm de diámetro x 46 cm de largo.
2. 25 tornillos autoperforantes T1 aguja de N° 8 x ¾".
3. 2 tapas de PVC de 11 cm de diámetro x 2,6 cm de alto.
4. Caño de PVC de 11 cm de diámetro x 11,3 cm de largo.

5. Reducción de PVC de 4 "x 3".
6. Reducción de PVC de 3 "x 1 ½".
7. Tela filtrante de nylon por 200 micras, 10 x 10 cm de cada lado.
8. Codo 87°30' Hembra-Hembra (H-H).
9. Codo 87°30' Macho-Hembra (M-H).
10. Caño de PVC de 4 cm de diámetro x 53,5 cm de largo.
11. Caño de PVC de 11 cm de diámetro x 22 cm de largo.
12. Piedras granza partida granular 287 g.
13. Piedras para Cactus y Bonsai rústica 192 g.
14. Arena fina 434 g.
15. Carbón activado vegetal 50 g.
16. Pegamento de silicona.
17. Flexible.
18. Fibrón o lapicera.
19. Cuchillo.
20. Tijera.
21. Cinta métrica.
22. Pinza.
23. Encendedor.
24. Balanza digital de precisión 0,1 g.
25. Lija al agua 80.

Una vez listado los materiales, se debe pasar al método de construcción basado en Condolucci (2021), el cual se divide en diferentes etapas y pasos.

En la etapa 1, se busca crear una estructura con tornillos atravesando un caño para posiblemente sostener materiales filtrantes o distribuir el flujo del agua. Para ello, se usa un caño PVC de 1,5 cm de diámetro y 46 cm de largo. Se marcan puntos cada 1,5 cm desde los 2 cm del borde, totalizando 25 marcas. En cada marca se atraviesa un tornillo calentado con fuego (alternando cabeza/punta) para perforar el PVC. Luego, los tornillos se sellan con silicona para evitar pérdidas de agua y se debe verificar que no haya fugas colocando agua en el caño y observando.

Para la siguiente etapa (2), se debe crear la estructura que sostendrá los filtros y permitirá el paso del agua. En un caño de 11 cm de diámetro y 15 cm de largo, se dibuja un cuadrado y luego una circunferencia de 1,5 cm centrada. Se corta la circunferencia con un cuchillo caliente y se lija, y luego un cuadrado de tela filtro de 10 cm de lado. Para finalizar se coloca una reducción PVC 4" x 3" sobre la mesa, se pone la tela en su extremo menor, y encima una reducción 2" x 1 ½", formando un "sándwich" con la tela retenida.

Llegando a la etapa 3, se debe crear una ventana para observar e intervenir y, después, colocar la canilla para la salida del agua. Para ello, en un caño de

4 cm de diámetro y 54 cm de largo, se dibuja un rectángulo de 3,2 x 26,5 cm a 12,8 cm del borde; aquello se recorta, se coloca por fuera un rectángulo de acetato para cubrir la abertura, y luego se perfora la base del caño (círculo de 1,5 cm de diámetro) e instala una canilla plástica.

En la etapa 4, se pesan cuidadosamente: 1) 287 g de piedras granza; 2) 128 g de piedras para cactus; 3) 64 g adicionales de piedras cactus; 4) 434 g de arena fina; 5) 50 g de carbón activado. Luego, se lavan todos los materiales, excepto el carbón activado (para evitar que pierda propiedades).

Dentro de la próxima etapa (5), se ensambla el sistema de filtrado principal. En un caño de 11 cm de diámetro y 22 cm de largo, se repite el procedimiento de perforar una circunferencia de 4 cm de diámetro. Se coloca el conjunto de reducciones (de la etapa 2) dentro del caño anterior. Por la parte inferior se conecta un codo M-H (macho-hembra), haciendo coincidir con la perforación, y, luego, se une el codo con el caño de 4 cm x 54 cm. Por último, se sella el extremo inferior con una tapa de PVC.

Para la etapa 6, se colocan los materiales filtrantes. Encima del bloque A, se añade un caño de 11 cm x 11,3 cm. Se ensambla el caño de 1,5 cm x 46 cm con los tornillos en la perforación. Se introducen los materiales filtrantes en el siguiente orden: 1) Piedras para cactus (128 g); 2) Arena fina; 3) Piedras cactus (64 g); 4) Carbón activado; 5) Piedras granza (287 g). Para finalizar se tapa el extremo superior con una tapa de PVC.

Por último, en la etapa 7, se conecta al suministro de agua y se agrega la desinfección UV. Para ello, se conecta un flexible desde la canilla al caño de 1,5 cm. se instala una lámpara UVC en el caño de 4 cm. Se asegura la inclinación correcta usando un taquito de madera, para evitar el contacto de agua con partes eléctricas.

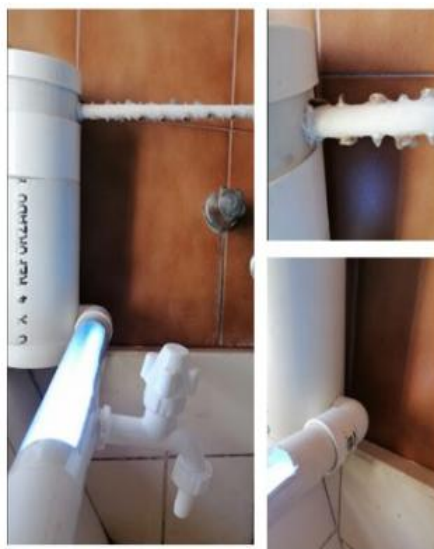


Figura 1. Filtro Físico Químico (Condolucci, 2021)

DESARROLLO DEL FILTRO SOLAR

La tecnología se trata de un sistema casero, de bajo costo y sustentable, diseñado para remover arsénico del agua a partir de la combinación de tres

elementos clave: exposición solar, adsorción con alambre de enfardar y el uso de ácido cítrico (jugo de limón) como agente oxidante. La estructura principal del sistema es un bidón reciclado de 8 L, que actúa como reactor solar y contenedor del agua a tratar (Condolucci, 2021).

Esta tecnología, también desarrollada por la Ing. Micaela Condolucci, es una modificación del método SORAS, que aprovecha la energía solar para oxidar el arsénico (As III a As V) y facilitar su remoción.

El arsénico presente en el agua subterránea suele encontrarse en forma de arsénico trivalente (As III), que es altamente tóxico y soluble. Para removerlo del agua, es necesario transformarlo en arsénico pentavalente (As V), una forma menos tóxica y fácilmente absorbible. Este proceso se logra mediante una reacción de oxidación, donde intervienen la luz solar, que actúa como fuente de energía para acelerar la reacción; el ácido cítrico (jugo de limón), que actúa como agente quelante y favorece la generación de especies reactivas de oxígeno; y el oxígeno presente en el agua, que se activa con la radiación solar (Condolucci, 2021). Esta combinación permite que el As III se oxide a As V, y que luego forman flóculos que se adhieren al alambre de enfardar o son retenidos por la tela filtrante.

Cabe destacar que la radiación del sol funciona con una proporción de entre 0,25% V/V y 0,50% V/V, y la exposición al sol debe ser entre 4-6 horas alrededor de 50°-55° internos del agua. En el caso de las medidas utilizadas la mayor remoción de arsénico se observó entre 1,5 y 4 horas de exposición, cuando la temperatura del agua superó los 40 °C, pero no los 50°C.

Los materiales y herramientas empleadas para realizar la tecnología de la Figura 2 son:

1. Bidón de agua de 8 litros (reciclado).
2. Caño de PVC de 1,5 cm x 33 cm.
3. Alambre de enfardar (735 cm).
4. Jugo de limón industrial (0,25% V/V).
5. Tela filtrante de nylon (200 micras).
6. Canilla plástica y adaptador de rosca.
7. Perforadora.
8. Cuchillo.
9. Alicata.
10. Lija.
11. Cinta métrica.
12. Fibrón.
13. Pegamento de silicona.

Ya teniendo los materiales y las herramientas, los pasos que se deben realizar son los siguientes.

Primero, se debe limpiar el bidón con agua de la muestra a tratar para evitar contaminaciones externas. Luego, se mide y corta el caño de PVC según el

largo del bidón. Al lograr esto, se enrolla el alambre de enfardar alrededor del caño, que actuará como superficie adsorbente. Finalizado aquello se pega el caño a la tapa del bidón con silicona apta para agua.

Después, se debe perforar la parte lateral del bidón a 5 cm del cuello para insertar la canilla; antes de ello, se coloca la tela filtrante en el extremo interno de la canilla. Posteriormente, se fija el adaptador de rosca para asegurar la canilla desde el interior.

Por último, se carga el agua contaminada en el bidón y se añade jugo de limón (0,25% V/V), para luego cerrar el sistema y exponerlo al sol durante varias horas para activar el proceso de oxidación.



Figura 2. Filtro Solar (Condolucci, 2021)

DESARROLLO DE TECNOLOGÍA BIOLÓGICA

La Tecnología Biológica para remoción de As, consiste en una adaptación de las funciones de remoción de los humedales, llevada a cabo en un dispositivo (Condolucci, 2021). Recordemos que estos son sistemas de tratamiento de aguas residuales que utilizan plantas acuáticas (macrófitas) y microorganismos para depurar contaminantes de manera natural. Pueden ser naturales o contruidos, y se caracterizan por ser de bajo costo, de fácil mantenimiento y no requerir personal especializado.

El dispositivo creado cumple con todas las características mencionadas anteriormente. Para poder realizar dicha tarea, se utiliza la planta vetiver (Figura 3). Esta hace simbiosis con los microorganismos presentes, y mediante interacciones físicas, químicas y biológicas entre estos junto al agua que entra en contacto, obtenemos como resultado un agua libre de As; que fue removido en el anterior proceso (Condolucci, 2021). A su vez, este dispositivo también busca que se produzca agua potable, libre de microorganismos remanentes. Es por eso, que luego de todo el proceso mencionado, pasa por un tubo en el cual recibe irradiación de luz UV-C para que estos microorganismos sean eliminados (Condolucci, 2021).

Para entender mejor cómo funciona, a continuación, se encuentran los materiales y herramientas utilizadas en base a la medida del prototipo realizado por Condolucci (2021) y su construcción:

1. Bidón de agua vacío de 20 litros.
2. Dos plantines de *Chrysopogon zizanioides* (Vetiver).
3. Piedra de decoración (3,5 kg).
4. Piedra granza partida granular (160 g).
5. Piedra para cactus y bonsái rústica (64 g).
6. Arena (5,57 kg).
7. Tela filtrante de nylon por 200 micras, 10 x 10 cm.
8. Canilla de PVC a vástago para manguera, diámetro $\frac{3}{4}$.
9. Adaptador de rosca de plástico de PP exterior-interior, diámetro $\frac{3}{4}$.
10. Serrucho de carpintero.
11. Perforadora.
12. Lima plana paralela.
13. Teflón o pegamento de silicona (opcional).

Para su construcción se deben seguir los siguientes pasos. Se debe cortar con un serrucho la parte superior del bidón siguiendo la marca que ya trae y eliminar los bordes irregulares con una lima para que queden lisos. Luego se hace un agujero en la parte inferior del bidón con una perforadora.

A continuación, se coloca la tela filtrante en el extremo de la canilla que se conecta al agua y se inserta esa misma en el agujero hecho en el bidón. Para ello, se debe insertar el adaptador de rosca por dentro del bidón para sujetar la canilla y el filtro.

El siguiente paso es pesar y preparar los materiales: 1) 1,5 kg de piedras decorativas; 2) 5,57 kg de arena; 3) 1,5 kg de piedras decorativas (otra tanda); 4) 64 g de piedras para cactus; 5) 160 g de piedra granza partida.

Después, uno de los pasos fundamentales es sacar las plantas Vetiver de las macetas, lavar bien sus raíces para quitar toda la tierra y evitar contaminantes, y medir el largo de las raíces con una cinta métrica para monitorear su crecimiento. Posteriormente, se debe colocar en el fondo del bidón la primera capa con la piedra granza partida y las piedras para cactus, luego se agrega la primera agrupación de piedras decorativas y la arena.

Por último, se realiza un hueco en la arena para plantar los Vetiver, dejando 10 cm entre cada plantín, se cubre las raíces con el resto de la arena y las piedras decorativas, y se agrega el agua a tratar dentro del bidón. Opcionalmente, se puede colocar la lámpara UV-C en el sector donde sale el agua para desinfectarla.



Figura 3. Filtro Biológico (Condolucci, 2021)

WEATHER INTELLIGENCE LOGISTICAL SYSTEM FOR POTABLE WATER (WILS PH₂O)

El proyecto Weather Intelligence Logistical System for Potable Water (WILS PH₂O) es una tecnología de remoción de As (Lampert, Díaz, y Camilletti Carballo, 2025) inspirada en los proyectos "Desarrollo de tecnología biológica para remoción de As" y "Desarrollo del filtro físico químico", ambos realizados por la Ingeniera Micaela Condolucci (2021). El resultado de dicha composición logró obtener una tecnología que cumpla con la remoción de As de manera eficiente, barata, y asequible.

Cabe destacar, que el mismo fue ideado para hogares en vulnerabilidad económica, de forma tal que sus dimensiones fueron calculadas para tanques de agua con 100 L de agua diaria (Lampert et al., 2025). Esta tecnología se compone de un cubo que, en su interior cuenta con un filtro de diferentes capas, el cual, al entrar en contacto con el agua, elimina el contenido de As mediante procesos físico químicos. A su vez, por la composición de materiales utilizados, al finalizar el proceso de filtración, siguiendo los parámetros del "Filtro físico químico" (Condolucci, 2021), el agua llega a los niveles de As aceptados por el Código Alimentario Argentino. Este modelo también permite una posible adaptación por filtros de luz UV-C (esto no se encuentra incorporado en el diseño original, pero podría ser un suplemento que beneficiaría a la calidad del agua).

En este caso, según el diseño presentado en Lampert, Díaz, y Camilletti Carballo (2025), los materiales y cantidades son calculados para un tanque doméstico de 100 L:

1. Gravas Fragmentos de roca (2-64 mm) Se utilizaron diferentes granulometrías buscando que abarque la superficie total por la que pasa el agua.
2. Carbón activado vegetal granulado 2 kg (Adsorbe contaminantes orgánicos e inorgánicos, como arsénico o flúor).
3. Arena fina 27,85 kg (Retiene microorganismos y sólidos en suspensión).
4. Telas filtrantes (Barreras físicas entre elementos).

5. Tornillos autoperforantes de acero. 100 unidades de 1,5 cm de diámetro.
6. Piedras granza partidas granular 800 g.
7. Piedras para cactus 320 g.
8. Piedras decorativas 30 kg (dividido en dos grupos de 15 kg).

Su construcción se encuentra ilustrada y direccionada a partir de los siguientes pasos. Analizar dónde colocar la tecnología de remoción, ya que esta puede ser insertada en diferentes secciones, pero se recomienda que sea directa al tubo de agua que sale del tanque.

A su vez, se debe preparar el tubo filtrante con tornillos autoperforantes como se ve en la Figura 4. Para ello, se debe perforar una parte de caño (PVC o similar) e insertar los tornillos autoperforantes a lo largo del tubo, espaciados uniformemente. Asegurar que queden bien sujetos para resistir el flujo y corrosión constante del agua, ya que este tubo se conectará a la cañería de egreso del agua del tanque. Por último, se debe sellar la conexión entre el tubo filtrante y la entrada al filtro principal, para que no haya pérdidas de agua.

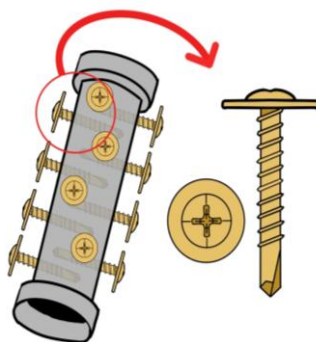


Figura 4. Tubo y Tornillos Autoperforantes

Luego, se debe preparar el box filtrante con capas internas, cortando una tela de nylon del tamaño necesario para cubrir toda la base box y colocando dentro del filtro como se ve en la Figura 5: 1) 160 g de piedra granza partida; 2) 64 g de piedras para cactus; 3) 1,5 kg de piedras decorativas; 4) 5,57 kg de arena fina; 5) 1,5 kg de piedras decorativas. Se debe acomodar bien los materiales filtrantes para que queden compactos pero no tan apretados como para impedir el paso del agua.

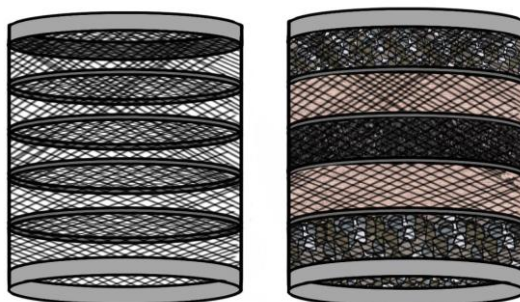


Figura 5. Box Filtrante

Luego se instala el cartucho dentro del filtro con apertura frontal (Figura 6), asegurando que quede firme dentro del contenedor. Se conecta la salida del cartucho al interior del tanque para que el agua ya filtrada pase directamente al almacenamiento.

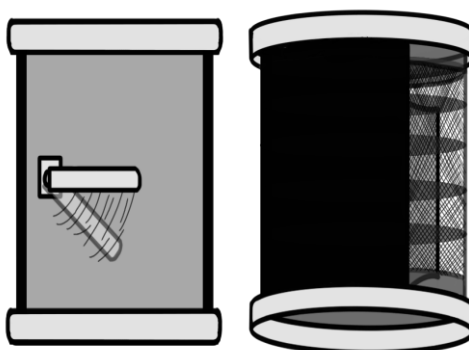


Figura 6. Contenedor del Filtro

A su vez, se puede conectar un embudo recolector de agua de lluvia (Figura 7) al filtro, para que cumpla un rol sustentable: 1) colocar en un lugar donde reciba agua del techo; y 2) asegurar que el agua de lluvia pase también por el filtro antes de llegar al tanque.



Figura 7. Embudo Recolector de Agua

Por último, se verifica que todas las conexiones estén bien selladas, sin fugas de agua para abrir el paso de agua desde la red y observar cómo fluye hacia el filtro y luego al tanque (Figura 8).



Figura 8. Wils PH₂O

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Esta revisión busca generar una compilación de las tecnologías desarrolladas con el fin de socializar con la comunidad académica las propuestas. No es menor señalar que la transferencia de las mismas, como prácticas educativas CTS, ha logrado ser una herramienta para el desarrollo del pensamiento crítico en instituciones formales e informales de la Provincia de Buenos Aires. Como puede observarse en la Figura 9, se han generado diferentes acciones de investigación-acción para presentar las sociotecnologías como propuestas educativas. En ellas no solo se ha trabajado con estudiantes de escuela secundaria de diversos partidos de la provincia de Buenos Aires, sino también con estudiantes universitarios del Centro Regional Universitario de Bolívar (CRUB), la comunidad bonaerense (como lo es la Pochola Cultural o las instancias de la feria del agua), e investigadores interesados en el tópico de arsénico en agua, como lo fue la Jornada de Jóvenes Investigadores del Ahua (JJIA).

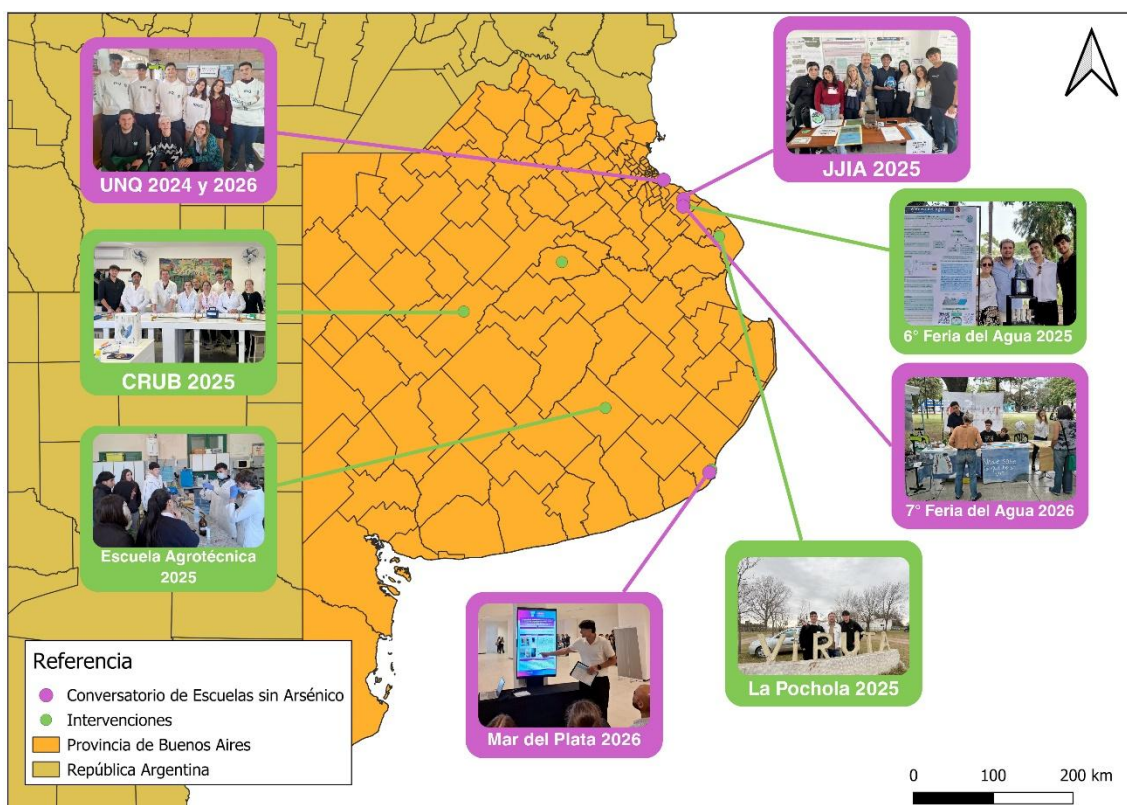


Figura 9. Divulgación Científica sobre la Provincia de Buenos Aires, Argentina (2024-2026)

En estas instancias se han presentado las diferentes tecnologías y los objetivos tanto técnicos como las herramientas didácticas para su uso aúlico. Sin embargo, lo que permite afirmar a estas herramientas como un elemento pedagógico es el interés que provocan sobre los participantes.

La buena recepción de las propuestas se debió a que la comunidad pudo expresar sus problemas con el agua y recibir, como respuesta, una solución tecnológica sustentable y adaptable al hogar.

En relación a las intervenciones en espacios formales (universitarios y de escuela media), los intereses, actitudes y emociones acordes al arsénico en agua constituyen una línea de investigación dentro del proyecto "La relevancia de la educación científica para el siglo XXI en España e Iberoamérica (RoseS)". Dentro del cual, se ha logrado evidenciar el desarrollo de competencias científicas, y el involucramiento del estudiantado frente a la problemática (Lampert y Porro, 2023).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camilletti Carballo, A. I. (Comp.) y Lampert, D. A. (Ed.). (2026). *Jornada de Jóvenes Investigadores 2025: Libro de resúmenes*. Universidad Nacional de La Plata. <https://ciiaaa.unlp.edu.ar/2025/07/14/jornadas-de-jovenes-investigadores-del-agua/>
- Condolucci, M. A. (2021). *Diseño, desarrollo y transferencia de tecnologías sustentables para la remoción de arsénico en agua* [Trabajo final de grado, Universidad Nacional de Quilmes].
- Lampert, D. (2024). *Escuelas sin arsénico: Primer conversatorio* (1.^a ed.). Universidad Nacional de Quilmes. <http://updcyt.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/192/2025/02/Libro-mas-Revista-AS-VF.pdf>
- Lampert, D. A., & Porro, S. (2023). Emotions and interests in social representations about the environmental problem of arsenic in water in Tandil (Buenos Aires, Argentina). In *Frontiers in Education* (Vol. 8, p. 1305788). Frontiers Media SA.
- Lampert, D. A., Cortizas, L., & Porro, S. (2025). Educación científica y acción comunitaria contra el arsénico en el agua: una experiencia CTS en la Universidad Nacional de Quilmes. *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências*, 15(1), e16680-e16680. <https://periodicos2.uesb.br/rbba/article/view/16680>
- Lampert, D. A., Díaz, N. T., & Camilletti Carballo, A. I. (2025). Sistema Logístico Sustentable para la remoción de Arsénico en Agua en zonas de vulnerabilidad hídrica. *Vetec Revista Académica de Investigación, Docencia y Extensión de las Ciencias Veterinarias*, 6(3), 119-120. <https://ojs.unlpam.edu.ar/ojs/index.php/Vetec/article/view/9673>
- Lampert, D., Porro, S., Cortizas, L., Condolucci, M., & Crivaro, L. (2022). Desastres rápidos y lentos, y la generación de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) y zoonosis en el antropoceno. *Divulgatio. Perfiles académicos De Posgrado*, 6(17), 51-66. <https://doi.org/10.48160/25913530di17.204>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. OMS. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OMS%202006.%20Guía%20para%20la%20calidad%20dl%20agua%20potable.pdf

- Red de Seguridad Alimentaria. (2018). *Arsénico en agua: Informe final*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). <https://rsa.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/sites/250/2018/08/Informe-Arsenico-en-agua-RSA.pdf>
- Valdés de Hoyos, E. I. P., & Uribe Arzate, E. (2016). El derecho humano al agua. Una cuestión de interpretación o de reconocimiento. *Cuestiones constitucionales*, (34), 3-25. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-91932016000100003

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

COMPOSTAJE COMUNITARIO Y EDUCACIÓN AMBIENTAL: EXPERIENCIAS DE INTEGRACIÓN DE OFICIOS EN CLAVE DE ECONOMÍA CIRCULAR

Luis Ignacio Schneider¹, Cecilia De Piante Vicín²

1- *Universidad Nacional del Litoral (UNL), Facultad de Ingeniería Química, Departamento de Ingeniería de Procesos, Santa Fe, Argentina.*

2- *UNL, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Departamento de Química General e Inorgánica, Santa Fe, Argentina.*

E-mail: ischneider@fiq.unl.edu.ar

Recibido: 22/04/2026. Aceptado: 10/07/2026

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23449683/p41jd9l5b>

Resumen. La gestión de residuos constituye un desafío crítico en contextos de vulnerabilidad socioambiental, donde la fracción orgánica representa una proporción significativa. Este trabajo presenta una experiencia de extensión universitaria orientada a la implementación de un sistema de compostaje comunitario como estrategia pedagógica para la educación ambiental y la formación de capacidades locales en la gestión descentralizada de residuos. La propuesta se desarrolló en una institución de formación en oficios, mediante la integración de distintas especialidades en un dispositivo interdisciplinario en clave de economía circular. A partir de una problemática territorial concreta, los participantes intervinieron en el diseño, construcción y operación del sistema, promoviendo la formación de agentes replicadores. El proceso permitió abordar, en contexto, transformaciones físico-químicas asociadas a la descomposición de la materia orgánica. Como resultado, se consolidó un sistema operativo y se generaron aprendizajes significativos, evidenciando apropiación tecnológica y fortalecimiento de capacidades locales, sistematizados en una guía para su replicabilidad.

Palabras claves: compostaje comunitario, educación ambiental, economía circular, extensión universitaria, aprendizaje situado

Community composting and environmental education: an integrated vocational training experience within a circular economy framework

Abstract. Waste management poses a critical challenge in socio-environmentally vulnerable contexts, where organic waste represents a significant share of the total. This paper presents a university extension experience aimed at implementing a community composting system as a pedagogical strategy for environmental education and the development of local capacities for decentralized waste management. The initiative was carried out in a vocational training institution through the integration of different trades within an interdisciplinary circular economy framework. Based on a specific territorial problem, participants were involved in the design, construction, and operation of the system, fostering the development of community-based multipliers. The process enabled the contextualized understanding of physicochemical transformations associated with organic matter decomposition. Results show the consolidation of an operational system and the generation of meaningful learning processes, reflected in technological appropriation and strengthened local capacities, systematized in a practical guide for replication.

Keywords: community composting, environmental education, circular economy, university outreach, situated learning



Compostagem comunitária e educação ambiental: experiências de integração de ofícios sob a perspectiva da economia circular

Resumo. A gestão de resíduos constitui um desafio crítico em contextos de vulnerabilidade socioambiental, nos quais a fração orgânica representa uma proporção significativa. Este trabalho apresenta uma experiência de extensão universitária voltada à implementação de um sistema de compostagem comunitária como estratégia pedagógica para a educação ambiental e para a formação de capacidades locais na gestão descentralizada de resíduos. A proposta foi desenvolvida em uma instituição de formação profissional, mediante a integração de diferentes especialidades em um dispositivo interdisciplinar orientado pela perspectiva da economia circular. A partir de uma problemática territorial concreta, os participantes atuaram no planejamento, na construção e na operação do sistema, promovendo a formação de agentes multiplicadores. O processo permitiu abordar, de maneira contextualizada, transformações físico-químicas associadas à decomposição da matéria orgânica. Como resultado, consolidou-se um sistema operacional e foram produzidas aprendizagens significativas, evidenciando a apropriação tecnológica e o fortalecimento das capacidades locais, sistematizados em um guia para sua replicação.

Palavras-chave: compostagem comunitária, educação ambiental, economia circular, extensão universitária, aprendizagem situada

INTRODUCCIÓN

La gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) constituye un desafío relevante en Argentina, con una generación estimada diaria de 1,15 kg per cápita (ONU Medio Ambiente, 2018). La fracción orgánica representa aproximadamente el 50% del total, lo que evidencia la necesidad de estrategias de tratamiento en origen, especialmente en entornos urbanos y periurbanos con alta vulnerabilidad socioambiental, donde la disposición inadecuada de residuos favorece la formación de microbasurales.

El abordaje de esta problemática no puede limitarse al desarrollo de soluciones tecnológicas. Experiencias demuestran que la sostenibilidad de las estrategias requiere la construcción de capacidades locales que permitan la apropiación y continuidad de las prácticas implementadas (Schneider y col., 2025a). En este sentido, la extensión universitaria puede constituirse en una práctica educativa orientada a la producción de conocimiento situado en articulación con actores del territorio.

En el ámbito educativo, el compostaje ha sido utilizado como herramienta para el aprendizaje de la química ambiental en contextos reales, promoviendo la comprensión de los procesos de transformación de la materia orgánica y la adopción de prácticas sostenibles en instituciones educativas (Muñoz Millet, 2023; Sánchez Alean et al., 2023). Asimismo, la enseñanza de la química orientada al desarrollo sostenible requiere un enfoque eco-reflexivo que promueva el pensamiento crítico, permitiendo conectar conceptos disciplinares con los desafíos socioambientales del territorio (Herranen y col., 2021; Ramírez et al., 2024). En este sentido, el compostaje constituye un proceso biológico controlado en el que la materia orgánica es digerida mediante la acción de microorganismos, involucrando cambios en la dinámica de nutrientes como carbono y nitrógeno, fundamentales para la estabilización del material (Yang et al., 2021).

El presente trabajo describe una experiencia desarrollada en los barrios Alto Verde y La Boca, de la ciudad de Santa Fe, Argentina (Figura 1), cuyo propósito fue implementar un sistema de compostaje comunitario de bajo

costo y, simultáneamente, formar agentes territoriales capaces de sostener y replicar la experiencia. Estas urbanizaciones presentan un alto grado de vulnerabilidad, especialmente en cuanto a las características hídricas y deficiencia de infraestructura para hacer frente a fenómenos hidrológicos frecuentes, por lo que iniciativas que mejoren la gestión de los residuos cobran especial relevancia.



Figura 1. Microrregión Insular e imagen aérea del barrio Alto Verde, Santa Fe. Imagen tomada de Schneider et al. (2025b)

La intervención se estructuró a partir de la integración de cursos de formación en oficios (cocina, carpintería, herrería y albañilería), cuyos participantes intervinieron en el diseño, construcción y operación del sistema. Este enfoque permitió vincular prácticas formativas con la resolución de una problemática concreta, incorporando principios de economía circular, que promueven la reducción de residuos y la valorización de materiales mediante su reintegración en los ciclos productivos y naturales (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Asimismo, la experiencia fue sistematizada en una guía de compostaje comunitario, orientada a facilitar su replicabilidad en otros contextos educativos y comunitarios.

ENFOQUE PEDAGÓGICO Y METODOLOGÍA

La experiencia se enmarca en una concepción de la extensión universitaria entendida como práctica educativa, orientada a la producción de conocimiento situado y a la construcción colectiva de soluciones frente a problemáticas concretas del territorio. Desde esta perspectiva, la intervención no se concibió como una transferencia unidireccional de saberes técnicos desde la universidad hacia la comunidad, sino como un proceso dialógico de co-construcción (Abeledo y Menéndez, 2018), en el que confluyen conocimientos disciplinares, saberes de oficio y experiencias territoriales.

El enfoque pedagógico adoptado se sustenta en los principios del aprendizaje situado y de la educación ambiental participativa. En particular, se partió de una problemática real —la gestión inadecuada de residuos orgánicos y la presencia de microbasurales en sectores vulnerables de la ciudad de Santa Fe— como eje organizador de la propuesta formativa. Este punto de partida permitió contextualizar los aprendizajes de saberes químicos y biológicos en

una situación significativa para los actores involucrados, favoreciendo la apropiación conceptual y práctica de los contenidos.

Dicho abordaje se vincula con propuestas de educación de química ambiental que utilizan el compostaje como herramienta pedagógica para abordar problemáticas reales y promover aprendizajes contextualizados y con una perspectiva eco-reflexiva (Sánchez Alean et al., 2023; Herranen et al., 2021).

En este marco, la formación de agentes replicadores constituyó uno de los objetivos centrales de la intervención. Se buscó que los participantes no solo incorporaran conocimientos técnicos vinculados al compostaje comunitario, sino que desarrollaran capacidades para sostener, adaptar y multiplicar la experiencia en otros espacios institucionales y comunitarios. Esta intencionalidad formativa orientó tanto el diseño metodológico como la producción posterior de materiales de apoyo.

Metodológicamente, el proyecto se estructuró en cuatro etapas secuenciales, desarrolladas en el transcurso de 12 meses.

1. Diagnóstico territorial participativo: relevamiento in-situ de microbasurales y prácticas de disposición de residuos en articulación con actores locales.

2. Diseño pedagógico de la experiencia: integración de cursos de oficios de la Escuela Papa Francisco bajo una lógica interdisciplinaria, asignando roles específicos a cada especialidad dentro del sistema de compostaje. En tal sentido, el curso de cocina trabajó la separación en origen y la provisión de residuos orgánicos; carpintería y herrería participaron en el diseño y construcción de las composteras; albañilería desarrolló la infraestructura asociada a huertas y canteros para la utilización del compost generado. Esta integración se concibió como un dispositivo pedagógico orientado a promover una comprensión sistémica de la economía circular, donde cada oficio pudiera reconocer su aporte concreto dentro de una cadena de transformación de materiales.

3. Implementación y seguimiento de la experiencia: construcción y puesta en marcha de las unidades, junto con instancias de capacitación práctica sobre operación y monitoreo del proceso. Durante esta fase se abordaron contenidos vinculados a parámetros operativos del compostaje, tales como humedad, aireación, temperatura, tiempo de proceso y relación carbono/nitrógeno. Se combinaron herramientas instrumentales de bajo costo con metodologías empíricas accesibles, favoreciendo el vínculo entre saber científico y experiencia práctica.

4. Sistematización: elaboración de una guía de compostaje comunitario como producto de la experiencia.

Los instrumentos de registro de cada una de las etapas incluyeron observaciones, registros fotográficos y minutas de las diferentes actividades.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia se desarrolló en el marco de los cursos de formación en oficios de la Escuela de Formación Profesional Particular Incorporada N°2077 "Papa Francisco", institución inserta en un territorio caracterizado por problemáticas

socioambientales vinculadas a la gestión inadecuada de residuos y su vulnerabilidad hídrica. A partir del diagnóstico inicial, se promovió la conformación de un núcleo de trabajo orientado a la implementación de un sistema de compostaje comunitario, concebido como eje integrador de las distintas trayectorias formativas.

La propuesta se estructuró a partir de la participación articulada de diferentes cursos, cada uno de los cuales asumió un rol específico dentro del sistema de gestión de residuos, en función de sus saberes y prácticas propias. A su vez, la experiencia favoreció la articulación entre instancias teóricas y prácticas, promoviendo la comprensión de los procesos involucrados en la transformación de la materia orgánica.

En particular, se constituyó una mesa de seguimiento del proyecto, integrada por los docentes de la Universidad Nacional del Litoral como coordinadores, y la Dirección de la Escuela de Oficios. Se propuso una instancia de reunión mensual, sumado al contacto telefónico permanente. Asimismo, la Escuela involucró activamente a los docentes responsables de los respectivos cursos, que abordaron la temática en sus actividades semanales con los estudiantes.

Durante la implementación, se realizaron distintas instancias de capacitación técnica, de carácter teórico-prácticas, orientadas al monitoreo del proceso, el cual no se centró en la medición instrumental de alta complejidad, sino en la traducción de conceptos y parámetros físico-químicos a indicadores sensoriales accesibles para los actores territoriales.

La experiencia se complementó con la participación de estudiantes de nivel secundario de la Escuela de Educación Técnico Profesional Nº 645 "Coronel Martín Jacobo Thompson" del barrio La Boca, quienes se incorporaron a las actividades de capacitación y seguimiento (Figura 2), ampliando el alcance formativo de la propuesta y fortaleciendo los vínculos interinstitucionales en el territorio.

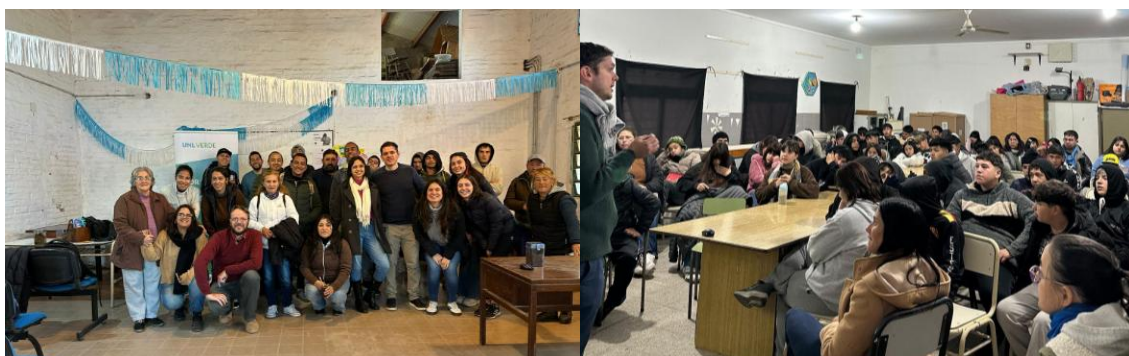


Figura 2. Talleres de capacitación dictados

Esto habilitó el abordaje pedagógico de conceptos físico-químicos y biológicos, en conjunto con el equipo docente de la escuela, que permitió el trabajo en el aula en un contexto de aplicación específica.

Por ejemplo, la aplicación del "ensayo del puño" (Schneider et al., 2025b) para medición de humedad no fue solo una técnica de mantenimiento, sino un ejercicio de evaluación del contenido de humedad y de actividad metabólica anaeróbica ya que una humedad excesiva desplaza el oxígeno de

los poros del material, derivando en procesos anaeróbicos que dan lugar a la generación de gases como el amoníaco, identificables por su olor característico (Figura 3).



Figura 3. Infografía sobre el "ensayo del puño" para control de humedad. Imagen tomada de Schneider et al. (2025b)

Utilizando herramientas instrumentales de bajo costo (Figura 4) y la observación de indicadores sensoriales (como la emisión de vapor al voltear), se vinculó la dinámica de temperatura con las etapas de transformación microbiana. De esta forma, se trabajó sobre el concepto de la disponibilidad de oxígeno, mediante la técnica de remoción manual, para controlar la cinética de la reacción y mantener la fase termófila. Los participantes pudieron comprender que de esta forma se aporta el oxígeno necesario para la actividad metabólica microbiana, previniendo además la compactación.

Por otro lado, el equilibrio nutricional de los microorganismos se tradujo pedagógicamente en la mezcla de materiales ricos en carbono (denominados marrones) y nitrógeno (denominados verdes). Se trabajó sobre la comprensión de cómo la proporción adecuada de estos materiales acelera la estabilización de la materia orgánica y evita desviaciones en el proceso, dando pie también al abordaje en el aula de los ciclos del carbono y del nitrógeno en la naturaleza.



Figura 4. Materiales e instrumental básico utilizado en talleres de capacitación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación de la experiencia permitió avanzar tanto en la consolidación de un sistema de gestión descentralizada de residuos orgánicos como en el desarrollo de procesos de aprendizaje significativos en los actores involucrados.

Se logró la puesta en funcionamiento sostenida de dos unidades de compostaje comunitario de aproximadamente 1 m³ de volumen, alimentadas semanalmente con residuos orgánicos generados en la institución, especialmente restos producidos en las clases del curso de cocina. El proceso se desarrolló bajo condiciones de compostaje aeróbico, con un tiempo estimado de 12 semanas, contemplando parámetros como la relación carbono/nitrógeno, la humedad y la aireación mediante remoción manual. Durante los 12 meses del proyecto, se observó una participación activa y la continuidad en las tareas de operación (alimentación, monitoreo y mantenimiento) por parte de los estudiantes, lo que evidencia la apropiación de la tecnología y la viabilidad del sistema en el contexto de intervención. Asimismo, se registró una disminución en la disposición informal de residuos orgánicos en el entorno inmediato, contribuyendo a la mejora de las condiciones ambientales del sector.

Desde el curso de cocina se trabajó en la clasificación en origen de los residuos generados, promoviendo la identificación de las corrientes y la separación de los restos orgánicos (principalmente cáscaras de frutas y de verduras) para su posterior valorización, estimándose en un total de entre 2 y 4 kg de residuos valorizables por clase. Por su parte, los cursos de carpintería y herrería trabajaron en el diseño de los dispositivos modulares, para garantizar una construcción sencilla y económica, que brinde estabilidad estructural, seguridad en el uso y facilite la aireación de la mezcla a compostar. Finalmente, el curso de albañilería trabajó en el armado de canchales para la instalación de una huerta agroecológica, donde se destinó el

compost generado para la producción de hortalizas que puedan ser utilizadas dentro de la misma escuela.

En paralelo, se trabajó en conjunto con docentes y estudiantes de nivel medio, en donde la experiencia evidenció la potencialidad del compostaje comunitario como dispositivo pedagógico para la construcción de conocimientos en contexto y desde una perspectiva eco-reflexiva, al integrar conceptos físico-químicos y microbiológicos con prácticas de oficio e indicadores sensoriales. En línea con el modelo didáctico propuesto por Herranen et al. (2021), y con experiencias recientes como la reportada por Ramírez et al. (2024) se lograron llevar adelante una enseñanza contextualizada que busca promover el desarrollo del pensamiento crítico y la conciencia socioambiental, utilizando como eje integrador una problemática socioambiental concreta.

Asimismo, se evidenció el desarrollo de capacidades técnicas vinculadas al diseño, construcción y operación de sistemas de bajo costo, así como habilidades organizativas necesarias para la gestión colectiva del proceso. La participación activa en todas las etapas de la experiencia contribuyó al fortalecimiento de la autonomía de los actores involucrados y a la generación de criterios propios para la toma de decisiones.

Un aspecto destacado fue la conformación de un grupo de más de 35 participantes que adquirieron competencias para desempeñarse como agentes multiplicadores de la experiencia. Estos actores no solo incorporaron conocimientos técnicos, sino que también desarrollaron herramientas para la comunicación y transmisión de prácticas de compostaje en otros espacios comunitarios e institucionales.

Por otra parte, la integración de los distintos cursos de oficios permitió promover una comprensión sistémica de la gestión de residuos, en la que los participantes pudieron reconocer la interdependencia entre las distintas etapas del proceso. Este enfoque favoreció la internalización de los principios de la economía circular, trascendiendo la lógica lineal de producción y descarte.

Como resultado del proceso, se elaboró una guía de compostaje comunitario (Schneider et al., 2025b) orientada a sistematizar los criterios técnicos, organizativos y pedagógicos desarrollados durante la experiencia. El material fue publicado en la plataforma educativa de la Facultad de Ingeniería Química, con el objetivo de facilitar su uso en otros contextos (Figura 5).



Figura 5. Guía básica para el compostaje comunitario en clave de economía circular.

La guía integra contenidos técnicos del proceso (parámetros operativos, control de variables y diseño de unidades) con orientaciones para su implementación en ámbitos educativos y comunitarios, incluyendo herramientas de bajo costo, metodologías empíricas y criterios para la organización del sistema (roles, planificación y sostenibilidad operativa).

CONCLUSIONES

El trabajo muestra que el compostaje comunitario puede constituir una estrategia viable para el tratamiento descentralizado de residuos orgánicos en contextos de vulnerabilidad, cuando se articula con procesos de formación y participación local. En términos educativos, la experiencia permitió abordar conceptos fisicoquímicos y microbiológicos vinculados a la descomposición de la materia orgánica, integrando nociones de balances de materia y energía, propiedades de los sistemas materiales y transformaciones químicas en contextos aplicados.

En el caso particular del proyecto desarrollado, la integración de cursos de oficios permitió generar un dispositivo pedagógico que vinculó formación técnica con la resolución de una problemática concreta, favoreciendo la apropiación de prácticas de gestión de residuos.

La formación de agentes replicadores y la elaboración de una guía de compostaje constituyen aportes relevantes para la continuidad y expansión de la experiencia. Los resultados evidencian el potencial del aprendizaje

situado y la integración interdisciplinaria como estrategias para la educación ambiental en contextos reales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeledo, C. y Menéndez, G. (2018). Integración extensión e investigación: ¿otra manera de construir conocimientos? Enfoques, políticas y prácticas desde la Universidad Nacional del Litoral. *+E: Revista de Extensión Universitaria*, 8(9), 96-110. <https://doi.org/10.14409/extension.v8i9.Jul-Dic.7849>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-volume-1>
- Herranen, J., Yavuzkaya, M., Y., & Sjöström, J. (2021). Embedding Chemistry Education into Environmental and Sustainability Education: Development of a Didaktik Model Based on an Eco-Reflexive Approach. *Sustainability*, 13(4), 1746. <https://doi.org/10.3390/su13041746>
- Muñoz Millet, O. M. (2023). *Composting in our primary school*. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/1128482>
- ONU Medio Ambiente (2018). *Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe. <https://www.unep.org/es/resources/informe/perspectiva-de-la-gestion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>
- Ramirez, L. A., Dambolena, M. S., & Gutierrez, V. S. (2024). El taller de valorización de residuos de poda como un espacio de articulación entra niveles. *Educación en la Química*, 30(2), 175-182. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/261>
- Sánchez Alean, A. R., Espitia Lozano, M. R., & Tovar Rúa, D. C. (2023). El compostaje como estrategia pedagógica: Una mirada desde la Educación Ambiental. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 4568-4588. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5671
- Schneider, L. I.; Valsagna, A. V., & Pirola, M. E. (2025a). La gestión ambiental en la UNL: implementación de un programa participativo para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Universitarios. En M. B. Lopez (Comp.). *Aportes al Conocimiento de la Gestión Ambiental y su Desarrollo Sostenible*. Universidad Nacional de Catamarca. <https://exactas.unca.edu.ar/pdfs/Simp-Gestion-libro.pdf>
- Schneider, L. I. Cassetta, C., Ávila, R., Barletta, B., Borca, J., De Piante Vicin, C., & Rebollo, S. (2025b). *Restaurar y Transformar: guía básica para el compostaje comunitario en clave de Economía Circular*. Universidad Nacional del Litoral. <https://servicios.unl.edu.ar/plataformaeducativa/propuesta/restaurar-y-transformar/>

Yang, Z., Muhayodin, F., Larsen, O. C., Miao, H., Xue, B., & Rotter, V. S. (2021). A review of composting process models of organic solid waste with a focus on the fates of C, N, P, and K. *Processes*, 9(3), 473. <https://doi.org/10.3390/pr9030473>

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

HISTORIA DE LA ENSEÑANZA DE LOS MODELOS ATÓMICOS: ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO

Tesista: Camila Ayelén Varisco

Director de tesis: Héctor Santiago Odetti

Codirectora de tesis: Adriana Ortolani

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

E-mail: camilavarisco@live.com

Recibido: 06/05/2026. Aceptado: 02/07/2026.

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23449683/qt0srvjy4>

Resumen. Este artículo corresponde a un breve resumen del trabajo de Tesis de Maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. La investigación fue presentada y aprobada en marzo de 2026, realizada por la Prof. Camila Ayelén Varisco, bajo la dirección del Dr. Héctor Santiago Odetti y la codirección de la Bqca. Adriana Ortolani, ambos pertenecientes a la FBCB de la UNL. La misma surge a raíz de la experiencia docente de la tesista, concretamente en el abordaje del contenido Modelos Atómicos y la utilización de la bibliografía presente en la biblioteca de la Escuela de Educación Técnica N° 1 "Gral. Francisco Ramírez" de la ciudad de Paraná. Pretende identificar las concepciones de ciencia y progreso científico presentes en 6 libros de textos que incluyen el contenido de estructura de la materia presentes en la biblioteca de la escuela antes mencionada. La metodología aplicada para el análisis resultó de la integración de la Teoría Fundamentada (Glaser y Strauss, 1967) y una adaptación de dimensiones analíticas de Leite (2002) para el análisis histórico en los libros de textos. Los resultados obtenidos permitieron concluir que, si bien existe aún una fuerte impronta positivista al abordar el contenido de modelos atómicos en los libros de texto, con el correr de los años, los libros incorporan algunos aspectos históricos de la ciencia que posibilitan una mirada más cercana a una ciencia contextualizada, social y humana. De esta manera, esta tesis contribuye a reflexionar sobre el rol que presentan los libros de textos en la construcción de una alfabetización científica crítica y contextualizada.

Palabras clave: modelos atómicos, libros de texto, historia de la ciencia, alfabetización científica

History of the teaching of atomic models: analysis of textbooks

Abstract. This article is a brief summary of the Master's Thesis in Didactics of Experimental Sciences from the Faculty of Biochemistry and Biological Sciences at the National University of the Littoral (UNL). The research, presented and approved in March 2016, was conducted by Professor Camila Ayelén Varisco, under the supervision of Dr. Héctor Santiago Odetti and the co-supervision of Biologist Adriana Ortolani, both from the Faculty of Biochemistry and Biological Sciences at UNL. The research stems from the student's teaching experience, specifically in addressing the topic of Atomic Models and utilizing the bibliography available in the library of Technical Education School No. 1 "General Francisco Ramírez" in the city of Paraná.

This thesis aims to identify the conceptions of science and scientific progress present in six textbooks covering the structure of matter, all of which are available in the aforementioned school's library. The methodology applied for the analysis resulted from the integration of



Grounded Theory (Glaser and Strauss, 1967) and an adaptation of Leite's (2002) analytical dimensions for historical analysis in textbooks. The results obtained allowed us to conclude that, while a strong positivist influence still exists in the approach to atomic models in textbooks, over the years, these books have incorporated some historical aspects of science that allow for a more contextualized, social, and humanistic view of science. Thus, this thesis contributes to reflecting on the role of textbooks in the construction of critical and contextualized scientific literacy.

Keywords: atomic models, textbooks, history of science, scientific literacy

História do ensino dos modelos atômicos: análise de livros didáticos

Resumo. Este artigo corresponde a uma breve síntese do trabalho de dissertação do Mestrado em Didática das Ciências Experimentais da Faculdade de Bioquímica e Ciências Biológicas da Universidade Nacional do Litoral. A pesquisa foi apresentada e aprovada em março de 2026 e realizada pela Prof. Camila Ayelén Varisco, sob a orientação do Dr. Héctor Santiago Odetti e a coorientação da Bioq. Adriana Ortolani, ambos pertencentes à FBCB da UNL. A pesquisa surgiu a partir da experiência docente da mestrandia, especificamente da abordagem do conteúdo Modelos Atômicos e da utilização da bibliografia disponível na biblioteca da Escola de Educação Técnica nº 1 "Gral. Francisco Ramírez", da cidade de Paraná.

O estudo busca identificar as concepções de ciência e de progresso científico presentes em seis livros didáticos que incluem o conteúdo estrutura da matéria e estão disponíveis na biblioteca da escola mencionada. A metodologia empregada na análise resultou da integração da Teoria Fundamentada (Glaser e Strauss, 1967) e de uma adaptação das dimensões analíticas propostas por Leite (2002) para a análise histórica em livros didáticos. Os resultados obtidos permitiram concluir que, embora ainda exista uma forte influência positivista na abordagem do conteúdo de modelos atômicos nos livros didáticos, ao longo dos anos essas obras passaram a incorporar alguns aspectos históricos da ciência que possibilitam uma visão mais próxima de uma ciência contextualizada, social e humana. Desse modo, esta dissertação contribui para a reflexão sobre o papel dos livros didáticos na construção de uma alfabetização científica crítica e contextualizada.

Palavras-chave: modelos atômicos, livros didáticos, história da ciência, alfabetização científica

INTRODUCCIÓN

Si bien el análisis de libros de textos presentes en las bibliotecas escolares no es nuevo dentro de la investigación de Didáctica, la temática continúa siendo un objeto de estudio debido al rol central que los textos siguen teniendo en la actualidad para la construcción del conocimiento científico escolar. En este sentido, aunque existe producción nacional e internacional sobre el tema, la mayoría de los estudios se centra en documentos curriculares contemporáneos y/o en libros de circulación reciente, dejando un vacío respecto a la comprensión histórica del campo y de las tradiciones didácticas que aún subsisten en las prácticas docentes.

Por esta razón, el análisis de materiales publicados en distintas décadas constituyó una oportunidad para revisar cómo ciertos patrones epistemológicos se han sostenido a lo largo del tiempo y cómo dichas estructuras continúan influyendo en la enseñanza actual.

En consecuencia, la presente investigación retoma un tema clásico, pero lo revisita desde un enfoque renovado que articula epistemología de la ciencia, análisis histórico de libros de texto y problemáticas contemporáneas de la enseñanza de los modelos atómicos, aportando así un abordaje contextualizado, original y necesario. Esta investigación articuló tres dimensiones de manera conjunta en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales en Argentina:

- a. El análisis sociohistórico y epistemológico de los modelos atómicos en libros de texto de química de nivel secundario publicados entre 1966 y 2010, pertenecientes a una misma institución escolar de la Provincia de Entre Ríos.
- b. La integración de la Teoría Fundamentada (Glaser y Strauss, 1967) con la metodología de análisis histórico de libros propuesta por Leite (2002), lo que permitió generar categorías interpretativas emergentes en diálogo con dimensiones previamente validadas
- c. La vinculación explícita entre las imágenes de ciencia presentes en estos materiales y las orientaciones del Diseño Curricular de la provincia de Entre Ríos.

Esta combinación permitió, no solo describir cómo se presentan los modelos atómicos en distintos momentos históricos, sino también comprender qué epistemologías escolares se consolidan a través de los libros de texto y en qué medida estas favorecen, o dificultan, la construcción de una alfabetización científica crítica y contextualizada.

Con relación a los objetivos, en esta investigación se planteó:

Objetivo general:

- Reconocer y describir el enfoque socio histórico y epistemológico de la Ciencia que subyace en los textos que tratan el contenido de Modelos Atómicos presentes en libros de educación secundaria existentes en la biblioteca de la Escuela de Educación Técnica N°1 de la ciudad de Paraná.

Y cuatro objetivos específicos:

1. Reconocer la concepción de Ciencia presente en los textos escolares a partir de los conceptos sobre Modelos Atómicos
2. Identificar, en los relatos sobre el contenido Modelo Atómico, el momento socio histórico de la Ciencia
3. Revisar y clasificar los textos sobre Modelos Atómicos presentes en los libros de textos
4. Reflexionar de manera crítica y poner en tensión investigaciones realizadas y los datos obtenidos en la presente investigación.

METODOLOGÍA

La tesis se constituyó como una investigación descriptiva debido a que su propósito principal fue analizar y describir el modo en que se presenta el contenido Modelos Atómicos en libros de texto de educación secundaria. Por otro lado, resultó un análisis documental, considerando que los textos constituyen fuentes primarias y materiales culturales relevantes para comprender la enseñanza de la ciencia.

En cuanto a la metodología para el análisis de los libros de textos, se utilizó la Teoría Fundamentada, la cual orientó a la generación de teoría a partir de los datos y no a la verificación de teorías preexistentes. En consonancia con ello, el análisis de los libros de texto no partió de categorías rígidas

preconcebidas, sino que se incorporó un proceso sistemático de construcción conceptual basado en la evidencia documental.

En relación a la metodología de Leite (2002), esta se incorporó, no como un esquema cerrado, sino como un dispositivo analítico inicial que, al entrar en diálogo con la Teoría Fundamentada, permitió profundizar la interpretación. La metodología de Leite (2002) se fundamenta en la comprensión de la ciencia como una construcción social, histórica y dinámica, lo que permite evaluar si los textos reflejan esta concepción actualizada de la ciencia o si reproducen visiones positivistas, lineales y ahistóricas.

Para ello, la estructura de análisis se organizó en ocho dimensiones:

1. Tipo y organización de la información histórica:
2. Materiales usados
3. Precisión y veracidad de la información histórica
4. Contextos con los que se relaciona la información histórica
5. Estatus del contenido histórico
6. Actividades de aprendizaje relacionadas con la historia de la ciencia: pretende identificar el lugar que se le da a estas actividades, su nivel y tipo.
7. Consistencia interna del libro
8. Bibliografía sobre historia de la ciencia

En cuanto a la muestra seleccionada, la selección de estos seis libros respondió a una lógica empírica y teórica. Empírica, porque se apoyó en la constatación de que los textos antiguos siguen siendo efectivamente consultados por docentes y estudiantes en la biblioteca de la institución; y teórica, porque permitió analizar cómo se sedimentan en ellos las epistemologías dominantes de cada período histórico y cómo estas entran en tensión (o no) con las concepciones de ciencia promovidas por el Diseño Curricular de Entre Ríos y la epistemología de la complejidad. Al tratarse de materiales que convivieron, y aún conviven, con reformas educativas sucesivas, su estudio ofreció una ventana privilegiada para explorar la “brecha” entre ciencia escolar y ciencia erudita señalada por Gómez Giménez (2021) y la distancia entre epistemología escolar y epistemología científica que problematizan las investigaciones recientes sobre modelos atómicos en libros de texto.

Los libros de textos analizados son presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Libros seleccionados

LT	Autor/ Autores	Título	Editorial	Lugar	Año	Edición
1	García, Cesar; Rivière, Leopoldo	Química - Tercer año escuelas de educación técnica	Troquel	Buenos Aires	1966	
2	Carrillo, Ernesto	Ciencias Físico Químicas III	Editorial Estrada	Buenos Aires	1979	
3	De Biasioli, Gladys; et. al.	Química - 3er año escuelas técnicas	Kapelusz	Buenos Aires	1995	
4	Mautino, José M.	Química 4 - Aula Taller	Editorial Stella	Buenos Aires	1992	3ra.
5	Botto, Juan (director); et. al.	Quí - Química	Tinta Fresca	Buenos Aires	2006	1ra.
6	Cerdeira, Silvia; et. al.	Ciencias Naturales y Tecnología 9	Aique	Buenos Aires	2010	1ra.

RESULTADOS

Los resultados confirman tendencias señaladas en estudios previos sobre libros de texto de ciencias, aunque con particularidades del contexto argentino. Predomina una presentación lineal y acumulativa de los modelos atómicos, donde cada uno reemplaza al anterior sin mostrar coexistencia ni debates, reforzando una visión simplificada del desarrollo científico. La información histórica aparece fragmentaria y descontextualizada: los científicos son presentados como figuras aisladas asociadas a descubrimientos individuales, con escasa integración de la historia de la ciencia en la construcción conceptual.

Asimismo, salvo excepciones puntuales (especialmente el LT5), hay una ausencia de recursos didácticos como líneas de tiempo o documentos históricos, lo que limita una comprensión crítica de la ciencia. Aunque los datos históricos son correctos, no se profundiza en aspectos epistemológicos como el conflicto, el error o las crisis en el cambio científico. Tampoco se vincula el desarrollo de los modelos con contextos sociales, políticos o tecnológicos, predominando una visión de la ciencia descontextualizada.

En cuanto a las actividades, predominan tareas de reproducción y verificación de contenidos, con escasas propuestas que promuevan análisis histórico o reflexión crítica, lo que refuerza una imagen de la ciencia como conocimiento acabado.

CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS

El análisis muestra que la enseñanza de los modelos atómicos ha estado marcada por una visión positivista, lineal y descontextualizada de la ciencia.

La historia de la ciencia ocupa un lugar circunstancial y las actividades didácticas priorizan la memorización por sobre la problematización. Sin embargo, en textos más recientes (especialmente LT5 y LT6) se observan cambios incipientes hacia enfoques más complejos: reconocimiento de la provisionalidad del conocimiento, inclusión de algunos contextos sociales y aparición de actividades más reflexivas.

Estos avances, aunque limitados, indican una transición hacia perspectivas cercanas a enfoques contemporáneos como los de Kuhn (1962) y Morin (1990). En este sentido, se vuelve necesario promover en la enseñanza relatos que incluyan controversias y crisis, integrar la ciencia con sus contextos sociales y fomentar actividades que impliquen análisis, investigación y pensamiento crítico.

También se destaca el rol del docente como mediador crítico frente a los libros de texto, capaz de complementar y resignificar los materiales. Asimismo, se plantea la importancia de la formación docente continua en epistemología y didáctica de la ciencia.

En síntesis, aunque persisten enfoques tradicionales, emergen oportunidades para avanzar hacia una enseñanza de los modelos atómicos más contextualizada, crítica y coherente con la ciencia contemporánea, entendida como una práctica humana, dinámica y situada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Aldine.

Gómez Giménez, A. (2021). *Análisis de las actividades en los libros de texto de ciencias naturales en la secundaria de Costa Rica* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. Biblioteca Virtual de la UNL. <https://hdl.handle.net/11185/6589>

Kuhn, T. S. (1962). *La estructura de las revoluciones*. Fondo de Cultura Económica.

Leite, L. (2002). *History of science in science education: Development and validation of a checklist for analysing the historical content of textbooks*. *Science & Education*, 11(4), 333–359. <https://doi.org/10.1023/A:1016063432662>

Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.

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, Argentina.

E-mail: asfarre@unrn.edu.ar

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23449683/o5b6dwrfx>

Resumen. Como en todos los números acercamos a nuestros/as lectores/as información sobre los próximos eventos científicos organizados 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

Congressos, conferências, seminários daqui e dali...

Resumo. Como em todas as edições, trazemos aos nossos leitores informações sobre os próximos eventos científicos organizados pela ADEQRA e outras instituições acadêmicas nacionais e internacionais, incluindo datas e links de interesse.

Palavras-chave: eventos científicos, informação, congressos e conferências

6° JORNADAS SOBRE LAS PRÁCTICAS DOCENTES EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA

Enseñar hoy: condiciones contextuales, decisiones pedagógicas y derecho a la educación

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

Inscripción gratuita.

8 al 10 de septiembre de 2026, Edificio Karakachoff, Universidad Nacional de La Plata, Argentina (modalidad: híbrida).

<https://congresos.unlp.edu.ar/jpdup/>

8° CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA (CADI) Y 14° CONGRESO ARGENTINO DE ENSEÑANZA DE INGENIERÍA (CAEDI)

Organizado por el Consejo Federal de Decanos y Decanas de Ingeniería de la República Argentina (Confedi) y la Universidad Nacional de Catamarca.



23 al 25 de septiembre de 2026, Nodo Tecnológico Catamarca, San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina.

<https://confedi.org.ar/cadi/edicion-2026/>

SIEF 18 – 18° SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN FÍSICA

Organizado por la Asociación de Profesores de Física de Argentina y la Universidad Nacional de Rosario.

Envío de trabajos: hasta el 10 de agosto de 2026.

Inscripción temprana: hasta el 5 de agosto de 2026.

Workshop: 28 y 29 de setiembre de 2026, Rosario, Argentina (presencial).

SIEF 18: 30 de septiembre al 2 de octubre de 2026, Rosario, Argentina. (modalidad: híbrida)

<https://apfa.org.ar/sief18/>

VI COLOQUIO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN ARGENTINA

Desafíos para la investigación educativa en escenarios de crisis.

Construyendo comunidades y futuros posibles

Organizado por la Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Inscripciones: Desde 11 de agosto de 2026.

30 de septiembre, 1 y 2 de octubre de 2026, Mar del Plata, Argentina.

<https://www.saie.org.ar/vi-coloquio-2026>

VII JORNADAS DE FUNDAMENTOS DE QUÍMICA

Organizadas por la Universidad Nacional de Río Negro, Universidad de Buenos Aires y Universidad Austral.

Inscripción gratuita.

5 y 8 de octubre de 2026, modalidad: virtual.

www.filoexactas.exactas.uba.ar/jfq2026

VII ESCUELA CONGRIDEC 2026

Aportes de la investigación en educación en ciencias para la paz y el desarrollo sostenible

Organizada por el Departamento de Formación Docente de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, el Consorcio Nacional de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias de la República Argentina (CONGRIDEC) y el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

Inscripción: Hasta el 3 de agosto de 2026.

22 al 25 de setiembre y 10 de noviembre de 2026, modalidad: virtual.

<https://www.fio.unicen.edu.ar/epc/>

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

Organizado por el Departamento de Formación Docente de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires,

el Consorcio Nacional de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias de la República Argentina (CONGRIDEC) y el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

Presentación de trabajos: Hasta el 3 de agosto de 2026.

Inscripción: Hasta el 3 de agosto de 2026.

22 al 25 de setiembre y 10 de noviembre de 2026, modalidad: virtual.

<https://www.fio.unicen.edu.ar/widic/>

XI JORNADAS NACIONALES Y VII LATINOAMERICANAS DE INGRESO Y PERMANENCIA EN CARRERAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS

Organizadas por la Universidad Nacional de Quilmes, la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda y la Universidad Nacional de Avellaneda.

Inscripción reducida: hasta el 16 de setiembre de 2026.

30 de septiembre al 2 de octubre de 2026, Piñeyro, Bernal y Avellaneda, provincia de Buenos Aires.

<https://dcyt.unq.edu.ar/ipeccyt2026/>

XIV JORNADAS NACIONALES Y XI JORNADAS INTERNACIONALES DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA UNIVERSITARIA, SUPERIOR, SECUNDARIA Y TÉCNICA, JEQSST 2026

Organizada por la División Educación Química de la Asociación Química Argentina.

Inscripción reducida: Hasta el 28 de setiembre de 2026.

Presentación de trabajos: Hasta el 10 de agosto de 2026.

6 al 8 de octubre de 2026, modalidad: virtual.

Informes: aqa.division.educacion@gmail.com, WhatsApp: 291-566 2133

<https://www.aqa.org.ar/>

37° CONGRESO LATINOAMERICANO DE QUÍMICA (CLAQ 2026), 31° CONGRESO PERUANO DE QUÍMICA

Organizados por la Sociedad Química del Perú (SQP) y la Federación Latinoamericana de Asociaciones Químicas (FLAQ).

12 al 15 de octubre de 2026, Hotel Sheraton, Lima, Perú.

Informes: +51 960 189 928

<https://sqperu.org.pe/claq-cqp-2026/>

VII JORNADAS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN EL CAMPO DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Organizadas por la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata Universidad Nacional de La Plata.

Inscripción reducida: Hasta el 18 de agosto de 2026.

Envío de trabajos: Hasta 18 de agosto de 2026.

21 al 23 de octubre de 2026, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

<http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/>

CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE INDAGACIÓN CIENTÍFICA.
"Indagar para comprender, participar para transformar: puentes entre alfabetización científica y sostenibilidad"

Organizado por la Universidad de Playa Ancha, la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación y la Universidad de Málaga.

Inscripción reducida: Hasta el 30 de agosto de 2026.

3 al 5 de noviembre de 2026, Valparaíso, Chile (modalidad: híbrida).

<https://upla.cl/indagacionenciencias/>

XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ):
"Memória, Pluralidade e Rumos"

Organizado por el Laboratório de Ensino da Química, de la Universidade Federal de Pelotas y la Sociedade Brasileira de Ensino de Química – SBEnQ.

Inscripción reducida: Hasta el 31 de octubre de 2026.

3 al 6 de noviembre de 2026, Pelotas, Brasil.

<https://portal.sbenq.org.br/eneq/>

XIV ENCUENTRO DE LA ASOCIACIÓN DE FILOSOFÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA DEL CONO SUR (AFHIC)

Organizado por la Asociación de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur, la Universidad de Valparaíso, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y la Universidad de Chile.

3 al 6 de noviembre de 2026, Valparaíso, Chile.

<https://afhic.com/es/xiv-encuentro-afhic-2026/>

<https://congressin.com/e/afhic2026/>

XXIII ENDIPE: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO

Didática em movimento: superando as desigualdades sociais e as desigualdades escolares

Promovido por la Associação Nacional de Didática e Práticas de Ensino (ANDIPE) y organizado por la la Universidade Federal de Pelotas (UFPe) y la Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA).

Envío de trabajos: Hasta el 5 de agosto de 2026.

Inscripción reducida: Hasta el 15 de setiembre de 2026.

10 al 13 de noviembre de 2026, Pelotas, Brasil.

<https://www.endipe.com.br/>

IX JORNADAS NACIONALES Y VII JORNADAS LATINOAMERICANAS DE INVESTIGADORXS EN FORMACIÓN EN EDUCACIÓN

Organizado por el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires (UBA).

Envío de ponencias: Hasta el 10 de agosto de 2026.

Inscripción gratuita.

2 al 4 de diciembre de 2026, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<https://investigadoresenformacioniiceuba.blogspot.com/>

NARST 100TH ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE
***Braiding Pasts, Presents, and Futures: Crossing Borders in
Performing Science Education Research***

Organizado por la National Association for Research in Science Teaching.

Envío de trabajos: 15 de agosto de 2026.

Día virtual: 31 de marzo de 2027

14 al 17 de marzo de 2027, Boston, Massachusetts, Estados Unidos.

<https://narst.org/conferences/2027-annual-conference>

**XIX SIMPOSIUM INTERNACIONAL SOBRE EL PRÁCTICUM Y LAS
PRÁCTICAS EXTERNAS**
***El aprendizaje experiencial en tiempos de la IA: Resignificando las
Prácticas Externas y el Aprendizaje Dual***

Organizado por la Asociación Iberoamericana de Didáctica Universitaria.

Inscripción reducida: Desde 1 de setiembre de 2026 al 31 de mayo de 2027

Recepción de comunicaciones: Desde 20 septiembre 2026 hasta el 3 de mayo de 2027

21 al 23 de junio de 2027, Monasterio de Poio (Pontevedra) España (Modalidad: híbrida).

<https://poio.reppe.org/>

**XVI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS (XVI ENPEC)**
***ABRAPEC 30 ANOS: Memórias, resistência e movimentos na
Educação em Ciências***

Organizado por la Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências y la Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Inscripciones: Desde el 5 de abril de 2027 al 30 de julio de 2027

Recepción de trabajos: Hasta el 15/09/2026.

29 de noviembre al 3 de diciembre de 2027, Maringá, Paraná, Brasil.

<https://eventos.abrapec.net/enpec-xvi/>

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