RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS COMO CONTEXTO PARA LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LA QUÍMICA

María Belén Manfredi
Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Santa Fe, Argentina
ORCID:https://orcid.org/0009-0009-6250-1664
Endereço eletrônico: mbmanfredi@fbcb.unl.edu.ar

Germán Hugo Sánchez
Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Santa Fe, Argentina
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9913-5199
Endereço Eletrônico: gsanchez@fbcb.unl.edu.ar

Héctor Santiago Odetti
Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Santa Fe, Argentina
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8120-9185
Endereço eletrônico:hodetti@fbcb.unl.edu.ar

Palabras clave: enfoque CTS; contextualización de la química; innovación educativa.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es presentar el desarrollo, la implementación y la sistematización inicial de una propuesta innovadora en la enseñanza de la química orientada al desarrollo de la alfabetización científica y tecnológica en la universidad. Está enmarcado en el proyecto de investigación CAI+D 2024 UNL PI 85420240100007LI (2025-2027), “Lenguaje en contextos de aprendizaje CTSA: Aspectos Sociales y Culturales”.

En el ámbito universitario, la enseñanza de las ciencias suele conservar rasgos tradicionales, centrados en la transmisión de contenidos disciplinares y con escasa vinculación con problemáticas sociocientíficas relevantes. Frente a ello, resulta necesario diseñar experiencias que permitan contextualizar los saberes químicos.

La propuesta se inscribe en una línea de trabajo desarrollada en el Departamento de

Química General e Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (FBCB-UNL), orientada a revisar las prácticas habituales de enseñanza y promover diseños didácticos contextualizados y participativos (Sánchez et al., 2025). En este marco, el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), la contextualización de la química y la alfabetización científica y tecnológica constituyen ejes centrales para vincular el conocimiento químico con sus dimensiones sociales, culturales, ambientales y ciudadanas (Aikenhead, 2023; Nunes; Coelho, 2025). En particular, Sjöström y Talanquer (2014) proponen avanzar desde una contextualización basada en ejemplos cotidianos hacia una problematización más amplia y multifacética.

METODOLOGÍA

La investigación se enmarca en un paradigma interpretativo y adopta un enfoque cualitativo, de carácter descriptivo. El trabajo corresponde a una primera etapa de la investigación, orientada a describir el proceso de elaboración y puesta en práctica de la propuesta.

El diseño de la propuesta recuperó elementos de la investigación basada en diseño, en tanto se elaboró a partir de la revisión y reformulación de experiencias didácticas previas desarrolladas por el equipo en los años 2022 a 2024. A partir de ese recorrido, se diseñó una nueva propuesta centrada en el abordaje de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), reconocidos como un tema para la enseñanza de la química (Amaro Junior et al., 2022). En este sentido, los RAEE permiten articular saberes químicos con dimensiones tecnológicas, ambientales, económicas y sociales, y habilitan el trabajo con contenidos de Química General (QG) y Química Inorgánica (QI).

La implementación se desarrolló en la asignatura Química Inorgánica (QI), correspondiente al primer año de distintas carreras científico-tecnológicas de la FBCB-UNL. Participaron docentes responsables del diseño de la propuesta y estudiantes de las carreras involucradas. La actividad se realizó mediante la plataforma Moodle del curso y se organizó en etapas sucesivas de trabajo. Para ello, los estudiantes conformaron grupos de hasta cuatro integrantes, que se mantuvieron durante todo el recorrido.

Para la sistematización inicial de la implementación se consideraron las consignas diseñadas para cada etapa, los recursos y formularios utilizados, y los registros de participación y

entrega disponibles en el aula virtual. Estos materiales permitieron describir la organización de la propuesta, caracterizar su desarrollo en el contexto real de cursado y establecer una primera aproximación al alcance de la implementación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta la organización de la propuesta didáctica diseñada e implementada en tres etapas sucesivas.

Etapa I: Esta primera etapa tuvo como propósito introducir a los estudiantes en la problemática de los RAEE, promoviendo el reconocimiento de sus dimensiones sociales y ambientales. Para ello, la consigna incluyó una breve introducción de la temática y una serie de enlaces a noticias recientes, locales y regionales sobre la gestión de estos residuos. A partir de allí, se solicitó a los estudiantes realizar una lectura exhaustiva de esos materiales y responder un formulario de Google donde se les consultó sobre los actores sociales involucrados en las noticias, los impactos socioambientales y las sustancias químicas mencionadas en las notas.

Etapa II: La segunda etapa se orientó al abordaje de contenidos conceptuales propios de la currícula de QI que permiten comprender aspectos específicos de la problemática. Con ese fin, se solicitó a los estudiantes elegir un metal presente en los RAEE y describir su comportamiento en un contexto ambiental realista, recuperando los conocimientos trabajados en la asignatura. El análisis debía considerar al menos dos aspectos entre solubilidad, pH y electroquímica. Además, se les solicitó relacionar dicho comportamiento con posibles efectos sobre la salud, identificando una ruta de exposición y un efecto tóxico documentado. Finalmente, debían proponer una acción o estrategia de intervención para disminuir el riesgo o recuperar el metal, explicitando sus fundamentos químicos. Todo esto se debió incluir en una producción escrita, de entre 400 y 600 palabras, que sirva como base para la elaboración de una producción audiovisual (etapa final).

Etapa III: La etapa final buscó que los alumnos pudieran integrar los contenidos específicos de QI abordados con las cuestiones ambientales y sociales revisadas, entrelazando los distintos aspectos de la problemática de la gestión de los RAEE para articular el enfoque CTS. Para ello, se solicitó la elaboración de una producción audiovisual de entre 10 y 20 minutos, con formato de programa de streaming que incluya aspectos de divulgación,

centrada en la contaminación por metales derivados de los RAEE. En esta instancia, cada participante debía asumir el rol de un profesional vinculado con su futura carrera, interviniendo como especialista invitado, estudiante avanzado, investigador o técnico. Se sugirió, además, que el debate incorporara distintas posturas, por ejemplo, una posición que minimizara la problemática desde una mirada industrial, económica o tecnológica, y una posición crítica o científica que aportara evidencias sobre sus impactos ambientales y sanitarios. Junto con el video, los grupos debían entregar un texto breve, de entre 200 y 300 palabras, en el que identificaran los contenidos de QI utilizados o mencionados en la producción y desarrollaran una reflexión sobre los saberes construidos durante la actividad.

Al finalizar la implementación, se recopilaron 71 entregas grupales correspondientes a la etapa final integradora, lo que permite reconocer la viabilidad de la propuesta en el contexto real de cursado. El recorrido diseñado articuló una primera aproximación social y ambiental a la problemática con el abordaje posterior de contenidos específicos de Química General e Inorgánica, favoreciendo una problematización multifacética de la química (Sjöström; Talanquer, 2014). En este sentido, la propuesta dialoga con una concepción humanística y socialmente relevante de la enseñanza de las ciencias (Aikenhead, 2023) y con una perspectiva de alfabetización científica y tecnológica orientada a la comprensión crítica de problemas contemporáneos (Nunes; Coelho, 2025).

CONCLUSIONES

El diseño y la implementación de la propuesta permitieron organizar una experiencia de enseñanza de la química centrada en el trabajo estudiantil y en el abordaje de una problemática sociocientífica actual: la gestión de los RAEE. La organización en etapas favoreció un recorrido desde el reconocimiento de dimensiones sociales y ambientales de la problemática hacia el tratamiento de contenidos propios de QI, promoviendo una contextualización de los saberes químicos en diálogo con el enfoque CTS. La experiencia muestra la pertinencia de incorporar problemas reales, locales y regionales en la formación inicial de estudiantes de carreras científico-tecnológicas, favoreciendo vínculos tempranos entre los contenidos disciplinares, las futuras prácticas profesionales y la responsabilidad social asociada al conocimiento científico. Como continuidad, se prevé avanzar en el análisis de las producciones estudiantiles, incluyendo una reflexión específica sobre el uso de

inteligencias artificiales generativas como mediaciones que puedan potenciar la voz de los estudiantes, y no reemplazarla.

REFERENCIAS

AIKENHEAD, Glen S. Humanistic school science: research, policy, politics and classrooms. **Science Education**, v. 107, n. 2, p. 237-260, 2023. DOI: 10.1002/sce.21774.

AMARO JUNIOR, Ademar da Costa; SILVA, Daniela Raphanhin da; CAMPOS, Rejane Souza de Assunção de; SILVA, Suzana Aparecida da; MONTANUCI, Rosimeire. Abordagem do lixo eletrônico no ensino de química: uma revisão bibliográfica. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 4, n. 2, p. 672-684, 2022. DOI: 10.29327/269504.4.2-19.

NUNES, Albino Oliveira; COELHO, Marcelo Nunes. **Fundamentos de alfabetização científica e tecnológica: teorizações e novos olhares**. São Paulo: LF Editorial, 2025. ISBN 978-65-5563-531-7.

SÁNCHEZ, Germán Hugo; PORCEL DE PERALTA, Mauro; MANFREDI, María Belén; CLARET, María; ORTOLANI, Adriana; ODETTI, Héctor. Contribuciones a la Enseñanza de la Química del Grupo de Investigación en Educación Química de la FBCB-UNL. In: QUINTERO, T.; BAVERA, F.; DANIELE, M. (comp.). **La investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales: debates y perspectivas**. Río Cuarto: Editorial UniRío, 2025. p. 30-42. ISBN 978-987-688-601-7. Disponible en: https://www.unirioeditora.com.ar/producto/la-investigacion-didactica-las-ciencias-naturales-experimentales/. Acceso: 28 jun. 2026.

SJÖSTRÖM, Jesper; TALANQUER, Vicente. Humanizing chemistry education: from simple contextualization to multifaceted problematization. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 8, p. 1125-1131, 2014. DOI: 10.1021/ed5000718.

TALANQUER, Vicente; SZOZDA, Alisha R. An educational framework for teaching chemistry using a systems thinking approach. **Journal of Chemical Education**, v. 101, n. 5, p. 1785-1792, 2024. DOI: 10.1021/acs.jchemed.4c00216.