

Investigación en didáctica de la Química

LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: APORTES DE DOS TESIS DE POSGRADO

Andrea S. Ciriaco¹, Germán Hugo Sánchez²

1- *Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Argentina.*

2- *Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Departamento de Química General e Inorgánica. Argentina.*

E-mail: andrea.ciriaco14@gmail.com, gsanchez@fbc.unl.edu.ar

Recibido: 10/12/2025. Aceptado: 28/12/2025.

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23449683/gaa8cuebi>

Resumen. En este artículo se presentan dos tesis en didáctica de la química centradas en actividades prácticas y experimentales desarrolladas en dos contextos educativos diferentes. La primera, se trata de una investigación situada en el nivel secundario técnico que analizó los materiales didácticos de Química Ambiental, caracterizando el grado de problematización de las actividades, las prácticas científicas promovidas y su vinculación con incumbencias profesionales mediante análisis documental, lista de cotejo y herramientas específicas (anillo de benceno y matriz de Brandon). La segunda, expone, una investigación que examinó clases prácticas de Química Inorgánica de primer año de universidad, reconstruyendo el conocimiento didáctico del contenido del profesorado (declarado y en acción) a partir de instrumentos ReCo, observaciones y análisis del discurso, e incorporando la noción de coreografía del laboratorio para describir la organización de roles e interacciones. Finalmente, se señalaron aportes para comprender mediaciones didácticas en el laboratorio.

Palabras clave: actividades prácticas; materiales didácticos; coreografía del laboratorio; CDC; química ambiental.

Laboratory Practices in Chemistry Teaching: Contributions from Two Graduate Theses

Abstract. This article presents two theses in chemistry education focused on practical and experimental activities developed in two different educational contexts. The first study is situated in technical secondary education and analyzes didactic materials for Environmental Chemistry. It characterizes the degree of problematization of the activities, the scientific practices promoted, and their links to professional incumbencies, through documentary analysis, checklists, and specific analytical tools (the benzene ring and Brandon's matrix). The second study examines practical classes of first-year university Inorganic Chemistry, reconstructing teachers' pedagogical content knowledge (both declared and enacted) using ReCo instruments, classroom observations, and discourse analysis. It also incorporates the notion of laboratory choreography to describe the organization of roles and interactions. Finally, contributions are identified to support a better understanding of didactic mediations in laboratory settings.

Keywords: practical activities; instructional materials; laboratory choreography; PCK; environmental chemistry



Práticas de Laboratório no Ensino de Química: Contribuições de Duas Teses de Pós-Graduação

Resumo. Este artigo apresenta duas teses em didática da Química centradas em atividades práticas e experimentais desenvolvidas em dois contextos educacionais distintos. A primeira refere-se a uma pesquisa situada no ensino médio técnico, que analisou materiais didáticos de Química Ambiental, caracterizando o grau de problematização das atividades, as práticas científicas promovidas e sua articulação com incumbências profissionais, por meio de análise documental, listas de verificação e ferramentas específicas (anel do benzeno e matriz de Brandon). A segunda expõe uma investigação que examinou aulas práticas de Química Inorgânica do primeiro ano universitário, reconstruindo o conhecimento pedagógico do conteúdo do professorado (declarado e em ação) a partir de instrumentos ReCo, observações e análise do discurso, incorporando a noção de coreografia do laboratório para descrever a organização de papéis e interações. Por fim, são apontadas contribuições para a compreensão das mediações didáticas no laboratório.

Palavras-chave: atividades práticas; materiais didáticos; coreografia do laboratório; CDC; química ambiental

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la enseñanza se desarrolla en un escenario atravesado por transformaciones sociales aceleradas, incertidumbre creciente y una población estudiantil cada vez más heterogénea. A ello se suman tensiones vinculadas con los diseños curriculares y con la preparación pedagógica del profesorado, que en muchos casos resulta escasa para afrontar los desafíos actuales (Lorenzo, 2017). En este marco, las interacciones entre docentes, estudiantes y saberes adquieren un carácter complejo, multidimensional y situado, condicionado por factores institucionales, curriculares y materiales. Por este motivo, la transferencia de resultados de investigación en didáctica a la práctica educativa no se produce de manera lineal y suele encontrar resistencias (Vázquez et al., 2007).

Las actividades prácticas, y en particular las que se desarrollan en el laboratorio, conforman uno de los elementos centrales en la enseñanza de la química (Johnstone y Al-Shuaili, 2001), estas presentan la potencialidad de articular conceptos, prácticas y aspectos vinculados con la naturaleza de la construcción del conocimiento científico. Sin embargo, a pesar de estas ventajas, las propuestas prácticas suelen concebirse como una mera aplicación de la teoría, lo que refuerza la idea de que los contenidos conceptuales resultan más relevantes que los procedimentales (Pozo, 2023).

En este sentido, diversos estudios señalan que, aun cuando los docentes reconocen que el aprendizaje de los procedimientos científicos se logra fundamentalmente a través de la práctica, manifiestan mayor confianza en su capacidad para enseñar contenidos teóricos que para enseñar habilidades procedimentales (Petermann, Vorholzer y von Aufschnaiter, 2025), lo que impacta tanto en el diseño de las propuestas experimentales como en las formas en que estas se desarrollan en el aula y en el laboratorio.

El presente artículo tiene por objetivo dar a conocer dos tesis desarrolladas en el marco de distintos programas de posgrado de dos universidades públicas argentinas, ambas vinculadas al campo de la didáctica de las ciencias y, en particular, a la enseñanza de la química. En este trabajo se expone un resumen de cada una de ellas. Si bien las investigaciones se desarrollaron en contextos educativos y disciplinas específicas, ambas constituyen aportes

relevantes para la didáctica de las ciencias y para la formación docente, en tanto permiten caracterizar y comprender distintas dimensiones de las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química.

Por un lado, se exponen los principales resultados de una investigación centrada en la planificación docente y en las actividades prácticas y experimentales propuestas a los estudiantes en materiales didácticos de Química Ambiental en el nivel secundario técnico, atendiendo a su grado de problematización, a las prácticas científicas que promueven y a su vinculación con las incumbencias profesionales. Por otro, se sintetizan los aportes de un estudio enfocado en lo que sucede en el laboratorio universitario de Química Inorgánica de primer año, en distintas carreras vinculadas a la salud y al ambiente, a partir del análisis de la práctica docente en acción y de la reconstrucción del conocimiento didáctico del contenido del profesorado, considerando el discurso y las interacciones que se producen en el aula.

En suma, la tesis de Ciriaco (2025) permite evidenciar el lugar estratégico que tienen los materiales didácticos para habilitar prácticas científicas más ricas y pertinentes en la formación técnica, especialmente cuando se busca articular contenidos con incumbencias profesionales. La tesis de Sánchez (2025), por su parte, permite comprender cómo ese horizonte formativo se negocia y se concreta (o se reduce) en las dinámicas de los laboratorios universitarios, atravesadas por tradiciones, jerarquías y condiciones materiales. En espejo, ambas tesis aportan herramientas para discutir cómo mejorar la educación científico-tecnológica en distintos niveles educativos y qué transformaciones didácticas serían necesarias para que las prácticas de laboratorio no se agoten en una lógica meramente verificacional.

Tesis de Maestría: Análisis de actividades prácticas en los materiales didácticos de Química ambiental de una escuela secundaria técnica

Magister: Bioq. Andrea Ciriaco; **Directora:** Dra. María Gabriela Lorenzo

Programa: Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología

Este trabajo de investigación analizó la enseñanza de Química Ambiental en el 7mo año de la Tecnicatura en Energías Renovables del Colegio Universitario Patagónico, dependiente de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, en su sede Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina. Su objetivo general fue establecer las relaciones entre las actividades propuestas a los estudiantes por medio de los materiales didácticos de la asignatura y las incumbencias profesionales de los técnicos, en particular en lo referido a las habilidades de investigación y de laboratorio. De este modo, el estudio se ubicó en un área de vacancia entre la didáctica de la química y la educación media de orientación técnico-profesional.

Teniendo en cuenta los desafíos contemporáneos de la educación científica, se vuelve necesario equilibrar objetivos diversos: por un lado, promover la comprensión de ideas científicas centrales y, por otro, desarrollar habilidades

para participar en prácticas científicas. En esta línea, se sostiene que la formación escolar debería estimular la reflexión crítica sobre la naturaleza del conocimiento científico, preparando individuos capaces de tomar decisiones fundamentadas y de participar en acciones vinculadas con la sostenibilidad (Talanquer, 2024).

Desde el punto de vista disciplinar, la química puede abordarse según distintos enfoques; uno de ellos corresponde al de la química ambiental, orientada a identificar y comprender procesos y reacciones químicas que se producen en los ecosistemas. Se trata de una rama relativamente reciente, cuya consolidación comenzó alrededor de 1970, donde resultó clave en un contexto para el desarrollo de tecnologías destinadas al tratamiento y disposición de residuos industriales. Asimismo, ha sido reconocida como un ejemplo relevante de la interdisciplinariedad de la química (Mozeto y Jardim, 2002).

En este sentido, la interdisciplinariedad favorece una comprensión más profunda y contextualizada del conocimiento, en tanto puede estimular la creatividad, la reflexión crítica y la resolución de problemas reales (Arévalo Parrales et al., 2025). A partir de estas consideraciones, resultó pertinente analizar las propuestas didácticas y las actividades del espacio curricular Química Ambiental, con el propósito de reconocer los enfoques que orientan su enseñanza e identificar oportunidades de mejora en la formación científica y de laboratorio de los futuros técnicos en energías renovables.

La metodología adoptada se enmarcó en el paradigma interpretativo permitiendo una comprensión profunda y situada del fenómeno educativo investigado, destacando sus significados, dinámicas y particularidades. Se trabajó con un diseño de caso único y se utilizaron documentos como registros centrales. Para el análisis se utilizaron herramientas de análisis documental y de contenido, junto a una lista de cotejo y dos instrumentos específicos: la heurística "anillo de benceno" propuesta por Erduran y Dagher (2014) y la "matriz de Brandon" (Brandon, 1994). En términos operativos, primero se revisaron documentos curriculares y normativos para identificar habilidades requeridas por los técnicos en energías renovables; luego, se describieron y analizaron las actividades de lápiz y papel presentes en los materiales didácticos; y finalmente, se examinaron los protocolos de actividades experimentales desde múltiples perspectivas. Por último, los resultados de estas etapas se integraron y contrastaron de manera convergente, identificando patrones y coincidencias entre incumbencias profesionales y propuestas del espacio curricular.

En términos generales, los resultados de esta tesis permitieron jerarquizar el lugar de las habilidades de investigación y de laboratorio en la formación de los técnicos en energías renovables e identificar aspectos necesarios a ser abordados en su formación. El análisis de los documentos puso en relieve un aspecto importante del campo laboral la investigación que se mantiene relegado frente a los otros, como la gestión, el mantenimiento o instalación de los sistemas de energía que ocupan mucho más espacio en las normativas. Evidenciar y poner en valor la posibilidad laboral en laboratorios de investigación podría colaborar con la elección de trayectos formativos en el área de química posteriores a la graduación. Esta premisa permite pensar la

enseñanza de la Química ambiental como una base importante para el desarrollo de habilidades científicas aplicables al ámbito profesional sin reducirla a un espacio de promoción de contenidos disciplinares.

Una primera lectura de los materiales didácticos del espacio curricular mostró que una alta proporción corresponde a material elaborado o compaginado por el docente. La intervención se evidencia en el diseño de estas actividades reflejándose en la organización general, la selección de contenidos y recursos incorporados. Estos materiales ponen en evidencia el trabajo de mediación realizado por el docente entre el contenido y el estudiante. Sobre 18 materiales didácticos se encontraron cinco con contenido específico del área curricular mientras que los restantes respondieron a contenido de Química General e Inorgánica. También dentro de este universo se contabilizaron cuatro materiales bibliográficos de nivel universitario. Con respecto a las actividades se contabilizaron un total de 107 acciones a realizar por los estudiantes que se analizaron posteriormente.

El uso de textos universitarios podría deberse a la proximidad de un posible ingreso de los estudiantes al nivel superior, y que estas lecturas funcionen como una manera de acercar ambos niveles educativos. Pero es necesario tener en cuenta las limitaciones o riesgos que podrían generarse con el uso de textos de alto nivel de complejidad, como la sobrecarga de lenguaje específico, que podría derivar en desinterés por la lectura si no es acompañado con estrategias de acompañamiento docente. Con respecto a los contenidos el resultado podría interpretarse nuevamente como una preocupación por la preparación propedéutica de los estudiantes. Aunque esta situación limita la posibilidad de relacionar lo aprendido en el trayecto formativo escolar con los problemas ambientales que debería abordar un técnico en energías renovables.

La identificación por medio de la lista de cotejo de características que complejizan las actividades otorgándoles un perfil problemático resultó baja. El grado de problematización de las actividades escolares señala un conjunto de actividades con características mínimas de problematización por lo que se las identifica como ejercicios. El predominio de actividades tipo ejercicio y la baja frecuencia de indicadores de problematización sugiere que el curso de Química Ambiental podría estar desaprovechando espacios para que los estudiantes desarrollen habilidades como el análisis crítico, la síntesis, la evaluación y la resolución de problemas complejos.

Sólo el 5% de las actividades incluyó trabajo experimental, aunque este tipo de actividades aportan una dimensión práctica y de indagación, su baja proporción no compensa el predominio de los ejercicios. Esto indicaría que la experiencia de aprendizaje podría estar más centrada en la reproducción de procedimientos que en la producción o construcción de conocimiento a través de la exploración y la resolución de desafíos auténticos. Las actividades analizadas sostuvieron una concepción reducida del trabajo experimental centrada exclusivamente en la verificación de teorías a partir de razonamientos deductivos por lo que se limita la potencialidad de las actividades experimentales para aportar significado y aplicabilidad a los contenidos conceptuales desatendiendo la reflexión, el análisis y la toma de decisiones, habilidades clave en la formación científica de los estudiantes. Los

resultados del análisis revelaron una distancia entre los fundamentos teóricos que proponen una enseñanza experimental situada, reflexiva y crítica y las características de las actividades experimentales analizadas.

La aplicación de la herramienta de análisis *anillo de benceno* (Figura 1) para prácticas científicas sobre los protocolos de las actividades experimentales permitió poner en evidencia la ausencia de la práctica “Predicciones”. La capacidad de formular predicciones es fundamental en el proceso científico, ya que guía la experimentación y el análisis de resultados. Su ausencia sugiere que las actividades no promueven la anticipación de resultados o la formulación de hipótesis, aunque no se puede descartar que las predicciones se manejen en otro contexto no cubierto por estas actividades experimentales.

Acerca de las metodologías científicas de las actividades utilizando como herramienta de análisis la matriz de Brandon (Figura 1), la caracterización reveló que las cinco actividades experimentales correspondieron a la metodología de “Toma de datos manipulativa” indicando que el foco principal estuvo en la recolección de datos a través de la manipulación de variables o materiales. Esta orientación metodológica evidenció un enfoque confirmatorio, centrado en la verificación de conceptos teóricos previamente establecidos, sin que se observe la formulación explícita de preguntas de investigación ni hipótesis iniciales.



Figura 1. Herramientas heurísticas: Anillo de Benceno (izquierda) y Matriz de Brandon (derecha) (Elaboración propia)

Este hallazgo se vincula con una concepción tradicional del método científico, aún vigente en muchos contextos escolares, que lo presenta como una secuencia fija de pasos. Esta representación, ampliamente difundida ha sido duramente cuestionada por su simplificación e inexactitud epistemológica, al omitir la diversidad de metodologías que en realidad caracterizan la práctica científica.

Por último, se encontró que las actividades prácticas del curso se vincularon con las incumbencias profesionales en investigación y laboratorio del técnico en energías renovables en tanto promueven habilidades técnicas básicas. Sin embargo, esta relación fue limitada, ya que no desarrollaron de forma sistemática las habilidades y prácticas científicas necesarias para intervenir críticamente en problemáticas reales del sector, como el análisis, la innovación y la toma de decisiones.

En conjunto, los resultados evidenciaron tanto los límites como las posibilidades de transformación de la enseñanza de la química en contextos técnicos. En particular, el estudio pone en primer plano el carácter estratégico del diseño de actividades y protocolos como mediación entre currículum, formación técnico-profesional y participación en prácticas científicas escolarizadas. En este sentido, replantear las propuestas didácticas desde una mirada situada y con un compromiso formativo integral aparece como un camino necesario para responder a los desafíos sociales y ambientales contemporáneos, avanzando hacia experiencias más integradoras, abiertas y contextualizadas.

Tesis: La construcción del conocimiento científico en el nivel superior en clases prácticas y experimentales

Doctorando: Lic. Germán Hugo Sánchez; **Directora:** Dra. María Gabriela Lorenzo, **Co-director:** Dr. Héctor Santiago Odetti

Programa: Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas / Facultad de Humanidades y Ciencias, Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales

Esta investigación se centró en comprender cómo se enseña y cómo se construye conocimiento químico en clases prácticas y experimentales en el nivel universitario, particularmente en la asignatura de Química Inorgánica (QI) de primer año de carreras vinculadas a la salud y al ambiente de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. Se orientó el estudio para poder reconstruir el saber profesional que organiza la enseñanza experimental en condiciones reales: qué decisiones didácticas se toman, cómo se distribuyen roles en los equipos docentes, qué lugar ocupan los resultados de la práctica, cómo se articulan teoría y práctica, y de qué manera se adapta la enseñanza cuando cambian drásticamente las condiciones (como ocurrió durante la pandemia).

Se adoptó el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) como marco teórico central para analizar la enseñanza de diferentes temas de la QI en el laboratorio, atendiendo tanto a su dimensión personal como colectiva y a su carácter contextual y dinámico (Shulman, 1986; Gess-Newsome, 2015; Carlson & Daehler, 2019). Desde esta perspectiva, el CDC permitió enfocar el conocimiento declarado por docentes y el CDC en acción, es decir, aquello que efectivamente se pone en juego al momento del desarrollo de las clases. A su vez, se consideró que la enseñanza de la química en el laboratorio implica poner en juego distintos niveles de representación (lo observable, lo modelizado y lo simbólico) cuya articulación resulta clave para interpretar el tipo de conocimiento que circula en las prácticas experimentales (Johnstone, 1982).

La tesis se organizó en tres estudios articulados. En primer lugar, se reconstruyó el laboratorio como forma histórica y como práctica institucional contemporánea. En segundo lugar, se documentó el CDC de un equipo docente universitario, combinando declaraciones y observaciones.

Finalmente, se analizó en profundidad el caso de un docente experto, comparando su enseñanza en la presencialidad, así como también durante la pandemia, donde no se pudo acceder al laboratorio.

El análisis histórico-documental permitió ubicar la configuración del laboratorio de química dentro de procesos más amplios de institucionalización de la ciencia y de escolarización del conocimiento, identificando continuidades en sus fines y estructuras que han perdurado en el tiempo. Por otra parte, el estudio situado de un laboratorio universitario de QI mostró que las actividades experimentales estaban organizadas en torno a resultados esperables y la intervención docente se orientaba al control del procedimiento para poder obtener el dato considerado correcto.

A partir del análisis de respuestas docentes a un instrumento de documentación del CDC (ReCo), se documentó un perfil colectivo heterogéneo, tanto en trayectorias como en jerarquías y se encontró una predominancia de una mirada sobre el laboratorio centrada en la ejecución técnica, el uso correcto de instrumental y la validación teórica de resultados. En el plano evaluativo, se observaron referencias generales a instancias orales o escritas y resultó especialmente significativa la ausencia del informe de laboratorio como dispositivo de enseñanza y evaluación. La incorporación de docentes nóveles apareció asociada a modalidades de transmisión del oficio basadas en la experiencia y la imitación, coherentes con descripciones sobre la enseñanza universitaria como aprendizaje artesanal del rol docente cuando la formación pedagógica es escasa (Lorenzo, 2017).

La observación comparativa de clases dictadas por docentes con diferentes jerarquías permitió contrastar el CDC declarado con el CDC en acción. Los resultados mostraron que la enseñanza en el laboratorio se constituye como una práctica compartida y asimétrica, en donde la planificación y la conducción global se concentran en niveles superiores, mientras que el acompañamiento directo del trabajo experimental está centrado principalmente en niveles intermedios y nóveles. Esta organización no solo distribuye tareas, sino que ordena la participación y condiciona el tipo de decisiones didácticas que puede tomar cada perfil. En particular, estas prácticas modelan la manera en que se aprende a enseñar en el laboratorio.

En este marco, se propuso la noción de coreografía del laboratorio para describir una secuencia de acciones, interacciones y normas implícitas que ordenan las clases prácticas: quién introduce la tarea, quién regula la progresión, quién supervisa, quién responde dudas en las mesadas, qué tipo de preguntas circulan y cuáles quedan ausentes. Esta metáfora se articula con la idea de coreografía didáctica como disposición intencional de acciones, interacciones y recursos que estructuran la experiencia de enseñanza y aprendizaje (Zabalza Beraza & Zabalza Cerdeiriña, 2019).

El estudio de caso permitió documentar en profundidad el CDC en acción de un docente universitario experto, mostrando un patrón de enseñanza estable: insistencia en procedimientos correctos, observación rigurosa de fenómenos y construcción de explicaciones apoyadas en modelos teóricos y lenguaje químico, articulando los distintos niveles de representación de la química (Sánchez et al., 2021). Se lograron documentar las secuencias explicativas y

las preguntas guía que el docente orientaba para poder vincular lo observable con lo modelizado a través de lo simbólico, lo que puede interpretarse como un despliegue robusto de dimensiones del CDC asociadas a guiar el razonamiento y promover la comprensión conceptual en contexto experimental (Bond-Robinson, 2005).

Durante la pandemia, al perderse la manipulación directa, el lenguaje y los recursos audiovisuales fueron centrales. El docente, a través de la explicitación paso a paso de procedimientos, enriqueció la narración con cálculos y criterios de resolución. En conjunto, el caso ilustró que la experticia docente en el laboratorio combinó estabilidad conceptual y se logró documentar la flexibilidad del CDC ante nuevas restricciones contextuales.

En conjunto, los resultados permitieron caracterizar la enseñanza del laboratorio universitario de QI como una práctica sedimentada, estructurada y compleja, donde el CDC se construye en interacción con jerarquías, tradiciones y condiciones institucionales. Además, la investigación aportó una contribución específica al proponer la coreografía del laboratorio como noción analítica para describir cómo se organiza y se transmite el saber didáctico en equipos docentes universitarios. Es necesario entonces construir espacios sistemáticos de formación pedagógica universitaria que permitan explicitar, analizar y reorientar estas rutinas implícitas procurando generar propuestas experimentales reflexivas.

A MODO DE CIERRE

En este artículo se compilaron dos recorridos de investigación desarrollados en contextos educativos diferentes, pero vinculados por una preocupación común: comprender qué lugar ocupan las actividades prácticas en la enseñanza de la química. La primera se situó en el nivel secundario técnico y permitió analizar, a través de los materiales didácticos, cómo se configuran las propuestas de trabajo y qué prácticas científicas promueven en relación con la formación profesional. Mientras que la segunda, se centró en el laboratorio universitario de Química Inorgánica y aportó una mirada sobre la enseñanza en acción, atendiendo a la organización de la clase, a las interacciones y al conocimiento didáctico que orienta la toma de decisiones docentes.

Si bien sendos trabajos ponen su atención en distintos niveles educativos y distintas ramas de la Química, ambos muestran momentos clave de formación científico-profesional a partir de considerar a la práctica experimental como mediación didáctica.

Aunque en ambos casos pueden reconocerse restricciones para el desarrollo de prácticas auténticas, entre los resultados se destacan la coincidencia en una concepción reducida del trabajo experimental y la importancia de la complementariedad entre lo prescripto y lo enactuado.

Asimismo, el rol docente resulta clave en la configuración de la experiencia, lo que refuerza la necesidad de fortalecer la formación didáctica para ampliar las posibilidades de transformación didáctica.

Ambas investigaciones muestran que lo que sucede en los laboratorios no solo depende de los contenidos a enseñar, sino también de cómo se diseñan y se implementan las actividades, cuáles son los roles que se habilitan para docentes y estudiantes, y qué tipo de criterios orientan el trabajo experimental. Así, aun abordando dimensiones diferentes, los aportes teóricos situados de los dos estudios resultan transferibles a otros contextos brindando elementos útiles para seguir pensando cómo fortalecer la enseñanza en las aulas de química y en la formación de sus docentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo Parrales, J., Zurita Mantilla, E., Chiliquinga Analuisa, R., García Sangachi, Y., & Sarango Valdéz, P. (2025). Interdisciplinariedad y su Impacto en el Desarrollo del Pensamiento Crítico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 8198–8213. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17541
- Bond-Robinson, J. (2005). Identifying pedagogical content knowledge (PCK) in the chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(2), 83–103. <https://doi.org/10.1039/B5RP90003D>
- Brandon, R. (1994). Theory and experiment in evolutionary biology. *Synthese*, 99, 59–73.
- Carlson, J., & Daehler, K. R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. En A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2
- Ciriaco, A. S. (2025). *Análisis de actividades prácticas en los materiales didácticos de Química ambiental de una escuela secundaria técnica* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Córdoba.
- Erduran, S., & Dagher, Z. (2014). Scientific Practices. En S. Erduran & Z. Dagher (Aut.), *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education* (Cap. 4, pp. 67–89). Springer.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK summit. En A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28–42). Routledge Press. <https://doi.org/10.4324/9781315735665>
- Johnstone, A. H. (1982). Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, 64, 377–379.
- Johnstone, A. H., & Al-Shuaili, A. (2001). Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. *University Chemistry Education*, 5, 42–51. <https://rsc.li/2YmIKb2>
- Lorenzo, M. G. (2017). Enseñar y aprender ciencias y sobre las ciencias en la universidad. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y Educadores*, 20(2), 249–263.

<https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/6866>

- Mozeto, A., & Jardim, W. (2002). A química ambiental no Brasil. *Química Nova*, 25(1), 7–11. <https://quimicanova.sbq.org.br/default.asp?ed=207>
- Petermann, V., Vorholzer, A., & von Aufschnaiter, C. (2025). Science teachers' beliefs about teaching and learning related to content and procedural goals. *Journal of Research in Science Teaching*, 62, 1388–1413. <https://doi.org/10.1002/tea.22003>
- Pozo, J. I. (2023). Nuevas formas de aprender para la sociedad del conocimiento. *Encuentros Multidisciplinares*, 74, 1–23. <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/revista-74/j-ignacio-del-pozo-lecc-inag-.pdf>
- Sánchez, G. H. (2025). *La construcción del conocimiento científico en el nivel superior en clases prácticas y experimentales* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Litoral. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/8663>
- Sánchez, G. H., Quintero, T., & Lorenzo, M. G. (2021). Características de las explicaciones docentes en clases universitarias de química. *Educación Química*, 32(2), 109–119. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.76992>
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14. Traducido al español como: Shulman, L. S. (2019). Aquellos que entienden: desarrollo del conocimiento en la enseñanza. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 23(3), 269–295. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i3.11230>
- Talanquer, V. (2024). An Overview of Science Education in Latin America. En A. Marzabal & C. Merino (Eds.), *Rethinking Science Education in Latin-America: Contemporary Trends and Issues*. *Science Education*, 59. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52830-9_1
- Vázquez, B., Jiménez, R., & Mellado, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad. *Revista Eureka. Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 4(3), 372–393. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3783>
- Zabalza Beraza, M. A., & Zabalza Cerdeiriña, M. A. (2019). Coreografías didácticas institucionales y calidad de la enseñanza. *Linhas Críticas*, 25, e24586. <https://doi.org/10.26512/lc.v25.2019.24586>