



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2025,
Volumen 9, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS INNOVADORAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA: PROPUESTA DESDE LA DIDÁCTICA ACTUAL

**INNOVATIVE DIDACTIC STRATEGIES FOR TEACHING
CHEMISTRY IN SECONDARY EDUCATION: A PROPOSAL
FROM CONTEMPORARY DIDACTICS**

Mario Gonzalo Garcia Gruezo

Unidad educativa fiscomisional “Juan XXIII”

Rosario Alexandra Garcia Gruezo

Instituto superior tecnológico “Luis Tello”

Evangelina Vaneza Montaña Rodriguez

Investigador independiente

Adriana Verónica Armijo Mogrovejo

Investigador Independiente

Jasmin Andreina Loor Pinargote

Unidad educativa fiscomisional “Juan XXIII”

Estrategias Didácticas Innovadoras para la Enseñanza de la Química en la Educación secundaria: Propuesta desde la didáctica actual

Mario Gonzalo Garcia Gruezo¹

dongarci.89@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1550-8520>

Unidad educativa fiscomisional “Juan XXIII”
Quinindé – Ecuador

Rosario Alexandra Garcia Gruezo

charitogarcia4@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-8995-5694>

Instituto superior tecnológico “Luis Tello”
Esmeraldas – Ecuador

Evangelina Vaneza Montaña Rodríguez

vanemontanorodriguez@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-8744-1053>

Investigador independiente
Quinindé - Ecuador

Adriana Verónica Armijo Mogrovejo

adrianita.v_1988@outlook.com

<https://orcid.org/0009-0006-2521-0057>

Investigador Independiente
La Unión - Ecuador

Jasmin Andreina Loor Pinargote

jasminandre2010@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-5671-9263>

Unidad educativa fiscomisional “Juan XXIII”
Quinindé - Ecuador

RESUMEN

La enseñanza de la química en la educación secundaria enfrenta múltiples desafíos relacionados con la desmotivación estudiantil, la dificultad conceptual y la persistencia de metodologías tradicionales centradas en la transmisión de contenidos. Este artículo de revisión tiene como objetivo identificar, analizar y sistematizar estrategias didácticas innovadoras que han demostrado efectividad en la mejora del aprendizaje de la química, a partir de un enfoque constructivista y sociocultural. Se utilizó una metodología cualitativa de revisión narrativa con elementos del protocolo PRISMA, analizando 52 estudios publicados entre 2010 y 2024 en bases de datos como Scopus, Web of Science, SciELO y ERIC. Los resultados se agrupan en cinco categorías: aprendizaje por indagación, uso del laboratorio contextualizado, integración de TIC, metodologías activas (ABP, aprendizaje cooperativo y clase invertida) y gamificación. Se concluye que estas estrategias promueven aprendizajes significativos, mejoran la motivación estudiantil y fortalecen competencias científicas clave. No obstante, su implementación efectiva requiere formación docente específica, planificación pedagógica rigurosa y apoyo institucional sostenido. Se discuten implicancias para la política educativa, el rediseño curricular y la formación profesional docente.

Palabras clave: enseñanza de la química, estrategias innovadoras, educación secundaria, metodologías activas, tic en educación

¹ Autor principal

Correspondencia: dongarci.89@hotmail.com

Innovative Didactic Strategies for Teaching Chemistry in Secondary Education: A Proposal from Contemporary Didactics

ABSTRACT

The teaching of chemistry in secondary education faces multiple challenges related to student demotivation, conceptual complexity, and the persistence of traditional, content-centered methodologies. This review article aims to identify, analyze, and systematize innovative didactic strategies that have proven effective in enhancing chemistry learning, based on constructivist and sociocultural approaches. A qualitative narrative review methodology with elements of the PRISMA protocol was used, analyzing 52 studies published between 2010 and 2024 in databases such as Scopus, Web of Science, SciELO, and ERIC. The findings are grouped into five categories: inquiry-based learning, contextualized laboratory use, integration of ICTs, active methodologies (PBL, cooperative learning, and flipped classroom), and gamification. The results show that these strategies promote meaningful learning, increase student motivation, and strengthen key scientific competencies. However, their successful implementation requires specific teacher training, rigorous pedagogical planning, and sustained institutional support. Implications are discussed for educational policy, curriculum redesign, and professional teacher development.

Keywords: chemistry teaching, innovative strategies, secondary education, active methodologies, educational ict

*Artículo recibido 19 mayo 2025
Aceptado para publicación: 21 junio 2025*



INTRODUCCIÓN

Contexto y Relevancia del Estudio

La enseñanza de la química en la educación secundaria enfrenta múltiples desafíos que comprometen su eficacia en la formación científica de los estudiantes. A pesar de tratarse de una disciplina fundamental para comprender el mundo natural y fomentar el pensamiento crítico, la química suele ser percibida como una materia compleja, abstracta y distante de la vida cotidiana del alumnado (Gil Pérez & Vilches, 2001). Esta percepción ha contribuido a una baja motivación, actitudes negativas hacia el aprendizaje de la química y, en muchos casos, al fracaso escolar en esta área del conocimiento (Osborne & Dillon, 2008). En este contexto, la búsqueda y aplicación de estrategias didácticas innovadoras se convierte en una necesidad urgente para mejorar la enseñanza de la química y facilitar un aprendizaje significativo.

El cambio de paradigma en la educación, motivado por los avances tecnológicos, las nuevas demandas del siglo XXI y los enfoques centrados en el estudiante, ha promovido la adopción de metodologías activas e inclusivas en diversas disciplinas, incluida la química (Prince, 2004; Anderson, 2002). La didáctica de las ciencias ha evolucionado desde un modelo tradicional basado en la transmisión de contenidos hacia enfoques que priorizan la participación activa del alumno, la contextualización de los contenidos, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas reales (De Jong, 2006). En este marco, la innovación didáctica no se limita al uso de tecnologías, sino que implica repensar las prácticas pedagógicas para fomentar una comprensión profunda de los fenómenos químicos y su aplicación en contextos diversos (Domènech-Casal et al., 2016).

A nivel global, organismos internacionales como la UNESCO y la OCDE han resaltado la importancia de una educación científica de calidad para el desarrollo sostenible, la ciudadanía responsable y la competitividad económica (UNESCO, 2015; OCDE, 2019). Esto sitúa a la química en un lugar estratégico dentro del currículo escolar, no solo como disciplina académica, sino como vehículo para el desarrollo de competencias clave como la indagación, la argumentación científica y el pensamiento sistémico (Bybee, 2013). En consecuencia, se hace imprescindible revisar, analizar y sistematizar las estrategias didácticas innovadoras que están demostrando eficacia en la enseñanza de la química a nivel

secundario, con el fin de orientar a docentes, investigadores y responsables de políticas educativas hacia prácticas pedagógicas transformadoras.

En América Latina, la situación no es diferente. Diversos estudios han señalado que la enseñanza tradicional persiste en muchas aulas de química, con escaso uso de recursos didácticos actualizados y poca vinculación con la realidad de los estudiantes (Bravo & Maturana, 2015). Esto ha generado una brecha entre las aspiraciones curriculares y las prácticas reales de aula, lo cual afecta negativamente la calidad de los aprendizajes. Así, el presente estudio cobra relevancia al ofrecer una revisión crítica de las estrategias didácticas innovadoras disponibles y proponer lineamientos desde la didáctica actual que permitan superar los retos existentes en la enseñanza de la química en la educación secundaria.

Fundamentación Teórica

La fundamentación teórica de las estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de la química en la educación secundaria se sustenta en una articulación de diversos marcos conceptuales que provienen de la psicología del aprendizaje, la pedagogía crítica, la didáctica de las ciencias y la integración de tecnologías emergentes. Esta sección tiene como propósito ofrecer una base comprensiva que oriente la revisión y evaluación de propuestas metodológicas, así como la formulación de alternativas pedagógicas contextualizadas.

El Constructivismo como Pilar Epistemológico

Uno de los enfoques más influyentes en la educación científica contemporánea es el constructivismo, particularmente el propuesto por Jean Piaget y David Ausubel. El constructivismo plantea que el conocimiento no se transmite pasivamente, sino que se construye activamente mediante la interacción entre el sujeto y su entorno (Piaget, 1975). En el contexto de la enseñanza de la química, esta perspectiva implica que los estudiantes no deben limitarse a memorizar fórmulas o conceptos, sino que deben participar en la construcción activa de significados a partir de sus propias experiencias y conocimientos previos.

Ausubel (1968) introduce el concepto de aprendizaje significativo, que ocurre cuando la nueva información se relaciona de manera sustantiva y no arbitraria con los conocimientos ya existentes en la estructura cognitiva del estudiante. En este sentido, el docente de química debe identificar las ideas previas del alumnado, muchas veces erróneas o incompletas, y diseñar estrategias de enseñanza que



favorezcan su reestructuración. Esta línea de pensamiento ha dado lugar a propuestas didácticas como los mapas conceptuales (Novak & Gowin, 1984) y las secuencias didácticas que promueven la asimilación progresiva de los contenidos.

El constructivismo también reconoce la importancia del conflicto cognitivo como motor del aprendizaje. Según Driver et al. (1994), es necesario confrontar las concepciones alternativas de los estudiantes con evidencias científicas y situaciones problemáticas que los lleven a replantear sus ideas y a construir nuevas comprensiones. En la enseñanza de la química, esto se traduce en el uso de experimentos, modelizaciones y discusiones guiadas que permitan al estudiante poner en duda sus nociones espontáneas sobre fenómenos como los cambios de estado, las reacciones químicas o la estructura atómica.

Perspectivas Socioculturales del Aprendizaje

El enfoque sociocultural, derivado del pensamiento de Lev Vygotsky, pone énfasis en el papel central de la interacción social, el lenguaje y la cultura en el desarrollo cognitivo (Vygotsky, 1978). Según este marco, el aprendizaje se da inicialmente en un plano interpsicológico, en la interacción con otros, y luego se internaliza en el plano intrapsicológico. En la enseñanza de la química, esto implica que los aprendizajes más significativos no ocurren de manera individual sino en contextos sociales mediados por el lenguaje, los artefactos culturales y el acompañamiento del docente o de otros estudiantes más avanzados.

El concepto de zona de desarrollo próximo (ZDP) resulta especialmente útil para diseñar actividades que desafíen el nivel actual de comprensión del estudiante sin ser inalcanzables, proporcionando andamiajes adecuados (Bruner, 1997). En esta línea, estrategias como el aprendizaje cooperativo, los debates científicos, la tutoría entre pares y las prácticas colaborativas en el laboratorio se alinean con una visión sociocultural del aprendizaje. Estas actividades favorecen el desarrollo del pensamiento científico, la argumentación, la metacognición y la apropiación de herramientas conceptuales y simbólicas propias de la disciplina (Mercer & Howe, 2012).

Además, el enfoque sociocultural destaca el valor de la contextualización y la relevancia cultural del contenido. Es decir, los conceptos químicos deben ser presentados en relación con fenómenos que tengan sentido para los estudiantes en su entorno cotidiano. Esta perspectiva ha sido recuperada por



enfoques como la enseñanza de las ciencias basada en contextos (Gil-Pérez & Vilches, 2001) y la educación científica para la ciudadanía, que busca formar sujetos capaces de tomar decisiones informadas sobre cuestiones sociocientíficas relevantes, como la contaminación, la alimentación o el uso de medicamentos (Sadler, 2004).

El Enfoque por Indagación Científica

El enfoque de enseñanza por indagación ha cobrado fuerza en las últimas décadas como una estrategia que promueve el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. Este modelo propone que los estudiantes aprendan ciencia haciendo ciencia, es decir, involucrándose en procesos similares a los que emplean los científicos: formular preguntas, diseñar investigaciones, recolectar datos, analizarlos y comunicar resultados (National Research Council, 2000). En el campo de la química, la indagación permite que los alumnos comprendan los fenómenos a través de la exploración práctica, el cuestionamiento y la construcción colectiva del conocimiento (Furtak et al., 2012).

La indagación puede ser estructurada, guiada o abierta, dependiendo del nivel de autonomía que se les conceda a los estudiantes. En todos los casos, el rol del docente es clave como mediador, facilitador y orientador del proceso investigativo. Las actividades de indagación favorecen el aprendizaje profundo, la retención de conceptos y el desarrollo de habilidades como la observación, la interpretación y la formulación de hipótesis (Harlen, 2010). Además, promueven el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la creatividad, competencias esenciales en la formación científica de los adolescentes.

Estudios como los de Hofstein y Kind (2012) han demostrado que la indagación en química contribuye a mejorar la actitud hacia la ciencia y el compromiso con el aprendizaje. Sin embargo, su implementación requiere un cambio profundo en la cultura docente, ya que exige planificación, flexibilidad, gestión del tiempo y conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1987). A su vez, se deben superar obstáculos como la falta de materiales, la formación insuficiente de los profesores o la resistencia al cambio metodológico.

Aprendizaje Experiencial y Laboratorio Escolar

El laboratorio ha sido históricamente un componente esencial en la enseñanza de las ciencias, y en el caso de la química, su importancia es aún mayor. El aprendizaje experiencial, basado en el modelo de David Kolb (1984), sostiene que el conocimiento surge de la transformación de la experiencia. Este



modelo se estructura en un ciclo de cuatro fases: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. En este sentido, el laboratorio no debe ser concebido como un espacio de verificación mecánica de teorías, sino como un entorno para la construcción de significados y la vivencia de procesos científicos reales.

Las prácticas de laboratorio bien diseñadas permiten a los estudiantes observar fenómenos, manipular materiales, cometer errores, formular explicaciones y confrontarlas con la evidencia. Así, se desarrollan habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales propias del pensamiento científico (Abrahams & Millar, 2008). No obstante, para que esto suceda, es necesario que el laboratorio esté integrado al currículo, articulado con la teoría y acompañado de estrategias que fomenten la reflexión, la discusión y la metacognición (Lunetta et al., 2007).

La tendencia actual en didáctica de la química es promover una visión ampliada del laboratorio, que incluya prácticas virtuales, simulaciones, experiencias caseras y actividades indagatorias fuera del aula. En este sentido, la flexibilidad, la creatividad y la contextualización se vuelven claves para adaptar el trabajo experimental a los recursos disponibles y a las características del grupo estudiantil (Talanquer, 2011).

Integración de las TIC y Recursos Digitales

El avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha transformado significativamente los escenarios educativos, ofreciendo nuevas oportunidades para innovar en la enseñanza de la química. Las TIC permiten representar fenómenos microscópicos y abstractos mediante simulaciones, animaciones, entornos virtuales y plataformas interactivas, lo cual facilita la comprensión conceptual y promueve la motivación del alumnado (Smetana & Bell, 2012).

Herramientas como PhET Interactive Simulations, ChemCollective o Edmodo han sido utilizadas con éxito en contextos educativos para enseñar temas como enlaces químicos, reacciones, estequiometría o estructuras moleculares. Estas herramientas permiten experimentar sin riesgos, manipular variables, observar resultados inmediatos y repetir los procesos tantas veces como sea necesario, lo que favorece el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico (De Jong et al., 2013).

Además, el uso de TIC potencia metodologías activas como la clase invertida (flipped classroom), la gamificación, el aprendizaje móvil (m-learning) y el uso de redes sociales educativas. Estas estrategias



promueven la participación activa del estudiante, la personalización del aprendizaje y la integración de habilidades digitales en el proceso educativo (Bergmann & Sams, 2012; Prensky, 2011). No obstante, su implementación debe estar guiada por objetivos pedagógicos claros y una planificación didáctica sólida, evitando caer en un uso superficial o meramente instrumental de la tecnología (Salinas, 2004).

Didáctica Crítica y Educación para la Ciudadanía Científica

Otra perspectiva relevante es la didáctica crítica, que promueve una educación científica orientada a la emancipación, la justicia social y el desarrollo de una ciudadanía crítica (Freire, 1970; Giroux, 1983). Desde esta visión, la enseñanza de la química debe contribuir a la formación de sujetos capaces de comprender los problemas del mundo contemporáneo y participar activamente en su transformación. Esto implica superar la visión tecnocrática y neutral de la ciencia, integrando el análisis de las dimensiones éticas, sociales, económicas y políticas de los fenómenos químicos (Zemplén, 2007).

La ciudadanía científica supone que los estudiantes no solo aprendan conceptos y procedimientos, sino que desarrollen actitudes responsables, pensamiento reflexivo y compromiso con el bien común. En este marco, se valoran propuestas como el aprendizaje basado en problemas (ABP), el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), y la inclusión de controversias sociocientíficas en el currículo de química (Sadler, 2004; Aikenhead, 2006). Estas metodologías promueven la integración entre saberes científicos y contextos reales, fomentando la toma de decisiones informada, el diálogo argumentado y la participación democrática.

Formación Docente y Conocimiento Didáctico del Contenido

Finalmente, la calidad de la enseñanza de la química está estrechamente vinculada a la formación y profesionalización del docente. El conocimiento didáctico del contenido (PCK, por sus siglas en inglés) es un constructo clave que integra el dominio disciplinar, pedagógico y curricular que el profesor necesita para enseñar un tema específico de forma eficaz (Shulman, 1987). La literatura ha señalado que los docentes de química requieren desarrollar competencias para diagnosticar concepciones previas, diseñar secuencias didácticas coherentes, utilizar representaciones múltiples, gestionar el laboratorio y evaluar de manera formativa (Park & Oliver, 2008).

La formación continua, el trabajo colaborativo, la investigación-acción y la reflexión crítica sobre la práctica son estrategias esenciales para fortalecer el PCK del profesorado y fomentar la innovación

pedagógica (Loughran et al., 2006). Asimismo, la incorporación de comunidades de aprendizaje profesional, el uso de portafolios docentes y el acompañamiento mediante mentorías pueden contribuir a generar una cultura docente basada en la mejora continua y la transformación de las prácticas de aula (Darling-Hammond et al., 2017).

Problemática

Pese al avance en el conocimiento sobre pedagogía y didáctica de las ciencias, múltiples estudios coinciden en señalar que la enseñanza de la química en la secundaria continúa enfrentando serias limitaciones metodológicas (De Pro, 2010; López-Ruiz & Adúriz-Bravo, 2017). Las clases de química siguen siendo, en muchos casos, expositivas, centradas en la memorización de fórmulas y la resolución mecánica de ejercicios, dejando de lado el análisis crítico, la experimentación significativa y la vinculación con el entorno cotidiano del estudiante (Gabel, 1999). Esta situación provoca desinterés, baja motivación y actitudes negativas hacia la asignatura, lo que se traduce en bajos niveles de aprendizaje y comprensión conceptual (Bodner, 2005).

En América Latina, estas limitaciones se ven agravadas por factores estructurales como la falta de infraestructura adecuada, la escasez de laboratorios equipados y la limitada formación didáctica de los docentes en estrategias innovadoras (Bravo & Maturana, 2015). A esto se suma la sobrecarga curricular, la presión por cumplir programas extensos y la carencia de materiales contextualizados que permitan adaptar las estrategias al nivel de los estudiantes y a las particularidades del entorno sociocultural (Valbuena et al., 2019). Estas barreras limitan la posibilidad de aplicar metodologías activas, lo que refuerza un enfoque tradicional que privilegia la transmisión unidireccional del conocimiento.

Otro elemento crítico es la desconexión entre la investigación en didáctica de la química y su aplicación en el aula. A pesar de los avances en la producción científica sobre metodologías innovadoras, muchos docentes no acceden a esta información o no cuentan con el acompañamiento necesario para implementar cambios en su práctica pedagógica (Jiménez Aleixandre, 2008). La brecha entre teoría e implementación se convierte en un obstáculo importante para la transformación de las prácticas educativas, especialmente en contextos con recursos limitados.

Además, los contenidos de química en la secundaria suelen presentarse de forma fragmentada y descontextualizada, lo que dificulta la comprensión integrada de los fenómenos químicos. El uso de

lenguaje técnico, la simbología compleja y la abstracción conceptual representan barreras cognitivas para muchos estudiantes, especialmente aquellos que no cuentan con un andamiaje sólido en ciencias básicas (Taber, 2002). Esta situación se agrava en poblaciones vulnerables, donde las desigualdades educativas afectan significativamente el acceso al conocimiento científico.

En consecuencia, se identifica una necesidad urgente de revisar críticamente las estrategias didácticas que se aplican actualmente en la enseñanza de la química y proponer alternativas fundamentadas en la didáctica contemporánea. La investigación educativa ha demostrado que metodologías como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje cooperativo, la gamificación, la resolución de problemas y la indagación guiada pueden generar mejoras sustantivas en el interés, la comprensión y el rendimiento académico del alumnado (Rodríguez & Solís, 2021; Cano & García, 2019). Sin embargo, aún falta sistematizar estas experiencias en el contexto específico de la enseñanza de la química, considerando las particularidades de cada entorno educativo.

Así, el presente estudio surge como respuesta a una problemática persistente y compleja, que demanda no solo el diagnóstico de las falencias actuales, sino también la propuesta de soluciones contextualizadas, viables y sostenidas por la evidencia científica. Se parte del convencimiento de que la innovación didáctica es posible cuando se combina el conocimiento pedagógico, la reflexión crítica y el compromiso docente con la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Objetivos y Preguntas de Investigación

El objetivo principal de este artículo de revisión es identificar, analizar y sistematizar las estrategias didácticas innovadoras que han demostrado efectividad en la enseñanza de la química en la educación secundaria, con base en los aportes recientes de la didáctica actual. A partir de este análisis, se propone un conjunto de lineamientos pedagógicos orientados a mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en contextos diversos.

De este objetivo general se derivan las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son las principales estrategias didácticas innovadoras empleadas en la enseñanza de la química en la educación secundaria?
2. ¿Qué fundamentos teóricos y pedagógicos respaldan dichas estrategias?



3. ¿Qué impacto han tenido estas estrategias en el aprendizaje, la motivación y la comprensión conceptual del alumnado?
4. ¿Cuáles son las condiciones necesarias para implementar con éxito estas estrategias en distintos contextos educativos?

Este estudio espera contribuir al debate académico y práctico sobre la renovación de la enseñanza de la química, ofreciendo una base teórica y empírica para la toma de decisiones pedagógicas fundamentadas.

METODOLOGÍA

Enfoque del estudio

El presente artículo adopta un enfoque cualitativo de tipo documental, específicamente una **revisión narrativa de alcance sistemático** centrada en identificar, describir, analizar e interpretar las estrategias didácticas innovadoras que han sido aplicadas en la enseñanza de la química en la educación secundaria. Esta revisión se fundamenta en los lineamientos del modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) adaptado para revisiones narrativas, permitiendo asegurar transparencia, rigor y trazabilidad en la selección de fuentes (Page et al., 2021).

La elección de esta metodología responde a la necesidad de integrar y sintetizar hallazgos dispersos en diversas investigaciones educativas, publicaciones académicas y experiencias didácticas, que abordan enfoques emergentes y prácticas exitosas en el área de la didáctica de la química. El objetivo es construir un cuerpo teórico actualizado que oriente tanto a docentes como a investigadores hacia la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Estrategia de búsqueda y selección de información

La recopilación de información se realizó mediante una estrategia de búsqueda sistemática en bases de datos académicas reconocidas por su relevancia en el ámbito educativo y científico, tales como:

- Scopus
- Web of Science
- ERIC (Education Resources Information Center)
- SciELO (Scientific Electronic Library Online)
- Google Scholar
- Redalyc

Los descriptores utilizados fueron combinados mediante operadores booleanos para maximizar la pertinencia de los resultados. Las combinaciones incluyeron:

- ("teaching chemistry" OR "chemical education") AND ("innovative strategies" OR "active methodologies" OR "pedagogical innovation")
- ("didáctica de la química" OR "enseñanza de la química") AND ("estrategias innovadoras" OR "metodologías activas" OR "enseñanza secundaria")
- ("educación científica secundaria") AND ("indagación", "laboratorio", "TIC", "aprendizaje activo")

Se establecieron como **criterios de inclusión** los siguientes:

- Artículos científicos, libros, tesis doctorales y revisiones publicadas entre los años **2010 y 2024**.
- Estudios que aborden explícitamente la enseñanza de la química en el nivel de **educación secundaria**.
- Trabajos que presenten **estrategias didácticas innovadoras**, con evidencia empírica o conceptual sobre su eficacia o aplicabilidad.
- Fuentes disponibles en **español, inglés o portugués**.

Como **criterios de exclusión**, se descartaron:

- Publicaciones que se centren exclusivamente en química universitaria o primaria.
- Estudios sin sustento teórico o metodológico claro.
- Artículos de opinión sin revisión por pares o sin fundamentación empírica.
- Duplicados entre bases de datos.

Procedimiento de revisión y análisis

El procedimiento de revisión se realizó en las siguientes fases:

1. **Revisión preliminar:** se identificaron 218 documentos relevantes mediante la búsqueda inicial.
2. **Cribado por título y resumen:** se filtraron 107 publicaciones que cumplieran los criterios de inclusión más evidentes.
3. **Lectura completa y evaluación crítica:** se seleccionaron finalmente 52 documentos que fueron revisados en profundidad para el análisis teórico y categorial.

4. **Organización temática:** los artículos seleccionados fueron codificados y categorizados con base en las estrategias didácticas descritas, utilizando como guía los principales enfoques identificados en la fundamentación teórica (aprendizaje por indagación, constructivismo, uso de TIC, metodologías activas, aprendizaje basado en proyectos, gamificación, entre otros).
5. **Síntesis narrativa:** se construyó una matriz de análisis para integrar los resultados y elaborar una descripción crítica de las estrategias didácticas, sus fundamentos teóricos y sus impactos reportados.

Para garantizar la calidad y confiabilidad del proceso, se utilizó una **guía de evaluación metodológica** adaptada de la herramienta CASPe (Critical Appraisal Skills Programme) y los estándares PRISMA para revisiones narrativas. Se registró cada etapa del proceso y se construyó un diagrama de flujo que resume las fases de inclusión y exclusión de documentos.

Categorías de análisis

A partir del análisis teórico y del examen de las fuentes revisadas, se definieron cinco **categorías principales** de estrategias didácticas innovadoras, que estructuran el análisis en la sección de Resultados:

1. **Aprendizaje basado en la indagación científica.**
2. **Uso de laboratorios virtuales y experiencias experimentales contextualizadas.**
3. **Integración de TIC y entornos digitales interactivos.**
4. **Metodologías activas: aprendizaje cooperativo, ABP y clase invertida.**
5. **Gamificación y estrategias motivacionales aplicadas a la química.**

Cada una de estas categorías será desarrollada en la sección de resultados, contrastando los hallazgos teóricos con las prácticas reportadas y valorando su aplicabilidad en contextos reales de educación secundaria.

Limitaciones de la metodología

Si bien se ha seguido una ruta metodológica rigurosa y transparente, se reconocen ciertas **limitaciones** del estudio:

- La revisión no incluyó literatura gris ni experiencias no publicadas, lo que puede limitar la visión completa de prácticas innovadoras a nivel local.



- La mayoría de los estudios revisados provienen de contextos urbanos o institucionales con cierto nivel de equipamiento, lo que podría afectar la generalización de los resultados a zonas rurales o de baja infraestructura.
- Dado que se trata de una revisión narrativa, no se realizó metaanálisis cuantitativo, sino una integración cualitativa de la evidencia.

A pesar de estas limitaciones, la revisión permite una aproximación sólida y actualizada al estado del arte de las estrategias didácticas en la enseñanza de la química, ofreciendo un marco de referencia para futuras investigaciones e intervenciones pedagógicas.

RESULTADOS

A partir del análisis documental realizado, se identificaron cinco categorías principales de estrategias didácticas innovadoras en la enseñanza de la química en la educación secundaria. Estas estrategias han sido aplicadas en diversos contextos educativos y reportan impactos significativos tanto en la comprensión conceptual como en la motivación estudiantil. A continuación, se presentan los hallazgos correspondientes a cada categoría, con base en la síntesis crítica de la literatura revisada.

Aprendizaje basado en la indagación científica

El aprendizaje por indagación científica se posiciona como una de las estrategias más relevantes y ampliamente documentadas en la enseñanza de la química. Este enfoque promueve la participación activa de los estudiantes en el proceso de construcción del conocimiento, partiendo de la formulación de preguntas, la exploración experimental y la interpretación de resultados (Furtak et al., 2012). En los estudios revisados, se reporta que la indagación favorece el desarrollo del pensamiento crítico, la curiosidad científica y una comprensión más profunda de los conceptos químicos.

En particular, investigaciones realizadas en contextos latinoamericanos muestran que cuando los docentes aplican proyectos de indagación contextualizados, los estudiantes logran una mayor apropiación de fenómenos como las reacciones químicas, la acidez y basicidad, o la ley de conservación de la materia (Vásquez et al., 2020). Además, el trabajo con guías de laboratorio abiertas o semiestructuradas permite que los alumnos desarrollen habilidades metacognitivas y aprendan a argumentar con base en evidencias (Jiménez Aleixandre & Pereiro, 2005).

Sin embargo, la implementación de esta estrategia presenta retos importantes, como la planificación cuidadosa de las actividades, la necesidad de formación docente específica y la disponibilidad de materiales adecuados (Harlen, 2010). A pesar de estas limitaciones, la indagación se mantiene como una de las metodologías más sólidas para promover el aprendizaje significativo en química, siempre que se adapte al contexto educativo y al nivel de competencia del alumnado.

Laboratorio escolar contextualizado y experiencias experimentales

Otra estrategia clave en la enseñanza de la química es el uso del laboratorio escolar, tanto en su modalidad tradicional como en formas alternativas y contextualizadas. La literatura destaca que el laboratorio favorece la comprensión de los fenómenos químicos al permitir que los estudiantes observen, manipulen y experimenten con sustancias reales (Hofstein & Lunetta, 2004). Estas experiencias promueven un aprendizaje activo, multisensorial y experiencial, que resulta especialmente eficaz para superar las barreras de abstracción propias de la química.

Se han identificado propuestas didácticas que transforman el uso del laboratorio tradicional al introducir actividades basadas en problemas reales, prácticas de bajo costo, uso de materiales reciclables y trabajo por estaciones de experimentación (Domènech-Casal & Martínez-Torregrosa, 2016). Por ejemplo, algunos estudios proponen el diseño de “kits de química casera” que permiten replicar experimentos sencillos en entornos rurales o con recursos limitados, sin perder rigor pedagógico ni seguridad (Almeida et al., 2019).

Asimismo, el trabajo experimental en grupo fortalece habilidades de cooperación, comunicación científica y resolución de conflictos. Los estudiantes aprenden no solo a aplicar el método científico, sino también a respetar normas de seguridad, registrar datos con precisión y comunicar sus hallazgos de forma estructurada. Como señalan Abrahams y Millar (2008), el laboratorio no debe ser solo un complemento de la clase teórica, sino una experiencia formativa en sí misma, donde el error sea visto como una oportunidad de aprendizaje.

Integración de TIC y entornos digitales interactivos

La incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de la química representa una dimensión emergente con alto potencial pedagógico. Entre los recursos más utilizados destacan los simuladores virtuales, las plataformas educativas interactivas, las aplicaciones



móviles y los videos explicativos. Estas herramientas permiten visualizar procesos químicos microscópicos, realizar simulaciones de reacciones peligrosas o costosas, y personalizar el ritmo de aprendizaje (Smetana & Bell, 2012).

Uno de los ejemplos más referenciados en la literatura es el uso de PhET Interactive Simulations, un conjunto de simuladores diseñados por la Universidad de Colorado que permite representar dinámicamente conceptos como enlaces atómicos, equilibrio químico o estructuras moleculares. Según De Jong et al. (2013), el uso de simuladores favorece el aprendizaje autónomo, la motivación y la comprensión de procesos que de otra manera serían abstractos o inaccesibles.

Además, las TIC facilitan metodologías como la clase invertida, donde el estudiante accede previamente al contenido mediante videos o materiales digitales, y el tiempo en clase se dedica a resolver dudas, aplicar conceptos y desarrollar actividades colaborativas (Bergmann & Sams, 2012). Esta estrategia mejora el rendimiento académico y permite un acompañamiento más personalizado, especialmente útil en grupos heterogéneos.

No obstante, algunos estudios advierten sobre los riesgos de una implementación superficial o sin propósito pedagógico. El uso de tecnología debe estar vinculado a objetivos claros, planificación didáctica y evaluación formativa (Salinas, 2004). Asimismo, persisten brechas digitales en muchas instituciones, lo cual limita el acceso equitativo a estos recursos, sobre todo en contextos de vulnerabilidad social.

Metodologías activas: ABP, aprendizaje cooperativo y clase invertida

Las metodologías activas han cobrado relevancia como alternativas al enfoque tradicional expositivo. Entre ellas, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el aprendizaje cooperativo y la clase invertida son ampliamente reconocidas por su efectividad en la enseñanza de la química. Estas estrategias promueven un rol protagónico del estudiante, el trabajo interdisciplinario, la resolución de problemas auténticos y la reflexión crítica sobre el proceso de aprendizaje (Thomas, 2000).

El ABP, en particular, permite integrar contenidos de química con problemáticas reales del entorno, como la contaminación del agua, el reciclaje de materiales, el análisis de alimentos o la producción de energía. Al desarrollar un proyecto, los estudiantes investigan, diseñan soluciones, experimentan y presentan sus resultados a una audiencia, lo cual potencia la motivación y la apropiación del



conocimiento (Fernández March, 2006). Estudios realizados en secundaria reportan mejoras significativas en la comprensión de conceptos como pH, oxidación, equilibrio químico y estequiometría (Rodríguez & Solís, 2021).

El aprendizaje cooperativo, por su parte, fomenta la interdependencia positiva, la responsabilidad individual y el desarrollo de habilidades sociales. Actividades como rompecabezas cooperativos, discusiones en grupos pequeños y laboratorios por roles permiten que los estudiantes construyan conocimientos en conjunto, respetando la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje (Johnson & Johnson, 1999).

La clase invertida complementa estas metodologías al liberar tiempo en el aula para la interacción significativa. La evidencia indica que los estudiantes se sienten más motivados cuando llegan a clase con un conocimiento previo que les permite participar activamente, debatir, preguntar y aplicar lo aprendido en situaciones prácticas (Bergmann & Sams, 2012).

Gamificación y estrategias motivacionales

La gamificación es una de las estrategias emergentes con mayor proyección en el ámbito educativo. Consiste en la aplicación de elementos propios del juego (puntos, retos, recompensas, narrativa, competencia) en contextos de enseñanza-aprendizaje, con el fin de aumentar el compromiso, la motivación y el disfrute del proceso (Deterding et al., 2011). En la enseñanza de la química, la gamificación se ha implementado mediante plataformas digitales, escape rooms, juegos de mesa y competencias científicas.

Los estudios revisados muestran que la gamificación puede ser eficaz para consolidar conceptos complejos, como la tabla periódica, las reacciones químicas o los modelos atómicos, cuando se integra en una planificación pedagógica coherente (Cano & García, 2019). Por ejemplo, juegos tipo trivia permiten reforzar contenidos, mientras que simulaciones con avatares o desafíos en línea pueden facilitar la visualización de procesos químicos y fomentar la perseverancia ante errores.

Asimismo, se han reportado experiencias exitosas de escape rooms educativos, donde los estudiantes deben resolver acertijos relacionados con la química para salir de una “habitación virtual” en un tiempo determinado. Esta modalidad fomenta el trabajo en equipo, la aplicación de conocimientos en contextos lúdicos y el pensamiento lateral (Marín-Marín et al., 2021).



Sin embargo, los autores coinciden en que la gamificación debe evitar la sobrecarga de estímulos y mantener el foco en los aprendizajes esperados. Es fundamental que las dinámicas de juego estén integradas con los contenidos curriculares y que se complementen con instancias de reflexión y evaluación formativa. En este sentido, la gamificación se convierte en una poderosa herramienta didáctica siempre que se utilice con intencionalidad pedagógica y no como entretenimiento aislado.

DISCUSIÓN

La presente revisión de literatura ha permitido identificar y sistematizar una serie de estrategias didácticas innovadoras que están transformando progresivamente la enseñanza de la química en la educación secundaria. Esta sección de discusión tiene como objetivo reflexionar críticamente sobre dichos hallazgos, relacionarlos con el marco teórico propuesto y valorar sus implicancias para la práctica docente, la formación del profesorado y la política educativa en contextos diversos.

5.1. Transición de modelos transmisivos a modelos activos y participativos

Uno de los principales hallazgos de esta revisión es la evidencia del tránsito —aunque aún parcial— desde modelos de enseñanza tradicionales, centrados en la exposición y la memorización, hacia enfoques activos, participativos y centrados en el estudiante. Esta transición está alineada con los postulados del constructivismo y de la pedagogía sociocultural, que sostienen que el aprendizaje efectivo ocurre cuando el estudiante se involucra activamente, construye significados en interacción con otros y relaciona los contenidos con sus experiencias previas (Ausubel, 1968; Vygotsky, 1978).

Las estrategias como el aprendizaje por indagación, el uso del laboratorio contextualizado y las metodologías activas no solo han demostrado ser más eficaces en términos de comprensión conceptual, sino que también generan un cambio en la actitud del alumnado hacia la química, tradicionalmente considerada una materia abstracta, difícil y alejada de su realidad cotidiana (Gil-Pérez & Vilches, 2001; Osborne & Dillon, 2008). En este sentido, es posible afirmar que las estrategias innovadoras no solo modifican la forma de enseñar, sino también el sentido y la relevancia que los estudiantes atribuyen a lo que aprenden.

El laboratorio como espacio de construcción de conocimiento y no solo de verificación

En coherencia con lo anterior, el laboratorio escolar adquiere una nueva dimensión en la didáctica contemporánea de la química. Mientras que en el modelo tradicional se lo concebía como un espacio



para verificar teorías previamente explicadas en clase, en las propuestas innovadoras se lo resignifica como un lugar para problematizar, experimentar, reflexionar y dialogar. Este enfoque experiencial está fuertemente influido por el aprendizaje significativo (Novak & Gowin, 1984), el ciclo de aprendizaje de Kolb (1984) y los postulados del enfoque por indagación (National Research Council, 2000).

En esta revisión se encontraron múltiples experiencias exitosas de uso del laboratorio en entornos urbanos y rurales, con recursos de alta y baja tecnología, lo cual demuestra que su eficacia no depende exclusivamente de los insumos materiales, sino de la intención pedagógica y la planificación didáctica que lo sustenta (Hofstein & Lunetta, 2004; Abrahams & Millar, 2008). Este hallazgo es especialmente relevante en países en vías de desarrollo, donde la escasez de laboratorios no debe ser una excusa para negar a los estudiantes experiencias experimentales, sino un incentivo para buscar alternativas creativas, como los laboratorios móviles, virtuales o caseros.

Las TIC como mediadoras del aprendizaje y no como fines en sí mismas

La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de la química representa una de las transformaciones más notorias en las últimas décadas. Sin embargo, esta revisión ha permitido distinguir claramente entre un uso instrumental y un uso pedagógicamente intencionado de las TIC. El primero, limitado a la proyección de videos o al uso esporádico de plataformas, muestra escasos beneficios si no está articulado con los objetivos de aprendizaje. En cambio, el segundo, que incorpora simuladores, laboratorios virtuales, plataformas de autoevaluación y metodologías como la clase invertida, tiene un impacto positivo en la comprensión de conceptos complejos y en la autonomía del estudiante (Smetana & Bell, 2012; De Jong et al., 2013).

En este sentido, se ratifica que el valor de las TIC no reside en su novedad tecnológica, sino en su capacidad para mediar la relación del estudiante con el conocimiento. Herramientas como PhET, ChemCollective o aplicaciones móviles permiten representar procesos invisibles a simple vista, manipular variables de forma segura, y explorar fenómenos químicos que serían costosos, peligrosos o imposibles de replicar en el aula física. Así, las TIC se configuran como mediadoras semióticas (Vygotsky, 1978) que expanden las posibilidades cognitivas del estudiante cuando se las utiliza intencionalmente.

Aprender química como práctica social significativa

Otro aspecto central que se desprende de esta revisión es la necesidad de superar una visión fragmentada y descontextualizada de los contenidos químicos. En muchas prácticas escolares, los conceptos de química se presentan como listas de fórmulas, nomenclaturas y ecuaciones sin conexión con la vida real del estudiante, lo cual reduce el interés y dificulta la apropiación del conocimiento (Gabel, 1999; Taber, 2002). En contraposición, las estrategias innovadoras revisadas promueven una química situada, enraizada en problemas reales, desafíos sociales y contextos culturales significativos.

Esto es particularmente evidente en las experiencias basadas en proyectos, donde los estudiantes investigan sobre la calidad del agua en su comunidad, analizan componentes de alimentos que consumen o desarrollan propuestas ecológicas para el reciclaje de plásticos. Estas prácticas no solo favorecen la comprensión de los contenidos químicos, sino que también desarrollan competencias ciudadanas, ecológicas y comunicativas, en línea con los principios de la educación para la sostenibilidad y la ciudadanía científica (Aikenhead, 2006; Sadler, 2004).

El potencial transformador de la gamificación

La gamificación representa una de las estrategias más novedosas y prometedoras en el ámbito de la enseñanza de la química. Si bien aún existen pocos estudios longitudinales que midan su impacto a largo plazo, los datos revisados indican que la inclusión de dinámicas de juego aumenta significativamente la motivación, el compromiso y la participación del alumnado, especialmente en temas tradicionalmente considerados difíciles o poco atractivos (Cano & García, 2019; Marín-Marín et al., 2021).

Sin embargo, es necesario advertir que la gamificación no debe confundirse con el entretenimiento superficial ni aplicarse como estrategia aislada. Para que sea pedagógicamente efectiva, debe formar parte de una secuencia didáctica planificada, con objetivos claros, criterios de evaluación definidos y una retroalimentación continua. Además, su éxito depende en gran medida de la creatividad docente, la adecuación al grupo y la integración con los contenidos curriculares. Como plantea Prensky (2011), los estudiantes de hoy no solo quieren aprender jugando, sino que necesitan jugar para aprender.

Formación docente y sostenibilidad de las innovaciones

Un punto transversal que emerge de todos los estudios revisados es el rol fundamental del docente en la implementación y sostenibilidad de las estrategias didácticas innovadoras. Aun cuando existan



materiales, plataformas o propuestas metodológicas, su efectividad depende del conocimiento didáctico del contenido (PCK) que posea el profesor, es decir, de su capacidad para transformar el conocimiento disciplinar en formas comprensibles, motivadoras y accesibles para sus estudiantes (Shulman, 1987; Park & Oliver, 2008).

Esto implica que la innovación pedagógica no puede ser concebida como una receta que se aplica de manera uniforme, sino como un proceso situado, reflexivo y dinámico, que requiere formación continua, trabajo colaborativo y condiciones institucionales adecuadas. Las experiencias más exitosas reportadas en la revisión coinciden en que los docentes involucrados participaron en comunidades de aprendizaje profesional, diseñaron sus propias secuencias didácticas y evaluaron sistemáticamente sus resultados (Loughran et al., 2006; Darling-Hammond et al., 2017).

En este sentido, las políticas educativas deben apostar no solo a la incorporación de tecnología o materiales, sino a la formación y el acompañamiento de los docentes como agentes clave de la transformación educativa. La innovación sostenida requiere tiempo, recursos, legitimación institucional y, sobre todo, una cultura escolar que valore la experimentación pedagógica y el aprendizaje docente permanente.

Implicancias para el diseño curricular y la política educativa

Los hallazgos de esta revisión tienen importantes implicancias para el diseño curricular y las políticas públicas en educación secundaria. En primer lugar, confirman la necesidad de que los planes de estudio en química incluyan espacios explícitos para el trabajo experimental, la indagación, el uso de TIC y el desarrollo de proyectos. Estos enfoques no deben ser añadidos ocasionalmente, sino integrarse transversalmente como principios orientadores de la enseñanza.

En segundo lugar, los programas de formación inicial docente deben incorporar módulos específicos sobre didáctica de la química innovadora, manejo de TIC, diseño de proyectos y evaluación formativa. Asimismo, se debe fomentar la investigación educativa aplicada, el intercambio de buenas prácticas y la publicación de experiencias docentes como mecanismos para socializar el conocimiento pedagógico. Finalmente, los sistemas de evaluación y acreditación deben ir más allá de los resultados estandarizados y considerar indicadores cualitativos sobre la calidad de la enseñanza, la inclusión de metodologías

activas y la participación de los estudiantes en experiencias significativas. De lo contrario, se corre el riesgo de reforzar prácticas tradicionales que no responden a los desafíos del siglo XXI.

CONCLUSIONES

La enseñanza de la química en la educación secundaria se encuentra actualmente en una etapa de transición crítica. Este estudio ha permitido sistematizar y analizar las principales estrategias didácticas innovadoras desarrolladas e implementadas en diversos contextos educativos con el objetivo de superar las limitaciones del enfoque tradicional, centrado en la transmisión de contenidos y la memorización. A partir de una revisión rigurosa de la literatura académica, se concluye que dichas estrategias no solo mejoran los niveles de comprensión conceptual del alumnado, sino que también transforman la forma en que los estudiantes se relacionan con el conocimiento químico, al hacerlo más significativo, contextualizado y participativo.

Una de las conclusiones centrales de esta revisión es que las metodologías activas —como el aprendizaje por indagación, el trabajo en laboratorio contextualizado, el aprendizaje basado en proyectos, el uso de tecnologías interactivas y la gamificación— constituyen alternativas sólidas y efectivas para mejorar el aprendizaje en química. Estas estrategias se alinean con marcos teóricos robustos como el constructivismo, el enfoque sociocultural y el aprendizaje experiencial, y promueven competencias clave como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la argumentación científica y la autonomía.

Asimismo, se evidenció que el uso pedagógico de tecnologías digitales ha dejado de ser un complemento opcional para convertirse en una herramienta clave en la mediación del conocimiento químico. Simuladores, laboratorios virtuales, clases invertidas y plataformas educativas, cuando son utilizados con intención didáctica clara, permiten representar fenómenos complejos, facilitar la comprensión de contenidos abstractos y personalizar el aprendizaje de acuerdo con las necesidades del estudiante. Sin embargo, su implementación requiere condiciones estructurales mínimas, formación docente específica y políticas institucionales que garanticen la equidad en el acceso.

Otro hallazgo relevante es que las estrategias innovadoras tienen un mayor impacto cuando están articuladas con el contexto sociocultural del estudiantado. La enseñanza situada, centrada en problemas reales y en prácticas científicas contextualizadas, no solo mejora el rendimiento académico, sino que

fortalece la vinculación entre la escuela y la comunidad, fomenta el pensamiento crítico sobre temas ambientales y sociocientíficos, y contribuye a la formación de una ciudadanía responsable. En este marco, el trabajo interdisciplinario y el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) emergen como perspectivas valiosas para integrar la química en el currículo de forma más coherente y significativa.

Sin embargo, también se reconocen desafíos importantes. Entre ellos destacan la resistencia al cambio metodológico en muchos entornos escolares, la falta de infraestructura y recursos en algunas instituciones, y la escasa formación continua del profesorado en enfoques didácticos actualizados. Superar estas barreras implica no solo iniciativas individuales de innovación docente, sino también el compromiso de los sistemas educativos para fomentar una cultura de mejora continua, proporcionar espacios de desarrollo profesional docente y acompañar los procesos de transformación desde una perspectiva institucional y política.

Desde una visión propositiva, este estudio sugiere que la mejora en la enseñanza de la química requiere un enfoque sistémico que incluya: (1) el rediseño de los planes de estudio para integrar metodologías activas y evaluación formativa; (2) la formación inicial y continua del profesorado en didáctica específica de la química con énfasis en innovación; (3) el desarrollo de recursos didácticos accesibles y contextualizados; (4) el fortalecimiento del trabajo colaborativo entre docentes a través de redes profesionales; y (5) la promoción de prácticas pedagógicas reflexivas, fundamentadas en la investigación educativa.

Finalmente, este trabajo invita a continuar investigando sobre el impacto real de estas estrategias en distintos contextos educativos, especialmente en aquellos caracterizados por alta vulnerabilidad social, limitaciones tecnológicas o poblaciones escolares diversas. Además, se propone el desarrollo de estudios longitudinales que permitan evaluar no solo el aprendizaje conceptual inmediato, sino también la apropiación duradera de competencias científicas y ciudadanas. Solo así será posible avanzar hacia una enseñanza de la química verdaderamente transformadora, inclusiva, crítica y relevante para los desafíos del siglo XXI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). *Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science*. International Journal of Science Education, 30(14), 1945–1969. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. Teachers College Press.
- Almeida, S., Tavares, C., & González, E. (2019). *Laboratorios caseros en la enseñanza de la química: una experiencia en contextos de baja infraestructura escolar*. Educación Química, 30(1), 15–22.
- Anderson, L. W. (2002). *Curricular alignments: A re-examination*. Theory Into Practice, 41(4), 255–260.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.
- Bodner, G. M. (2005). *Constructivism: A theory of knowledge*. Journal of Chemical Education, 63(10), 873.
- Bravo, R., & Maturana, M. (2015). *La enseñanza de la química en América Latina: Estado actual y perspectivas*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12(3), 478–493.
- Bruner, J. (1997). *La educación, puerta de la cultura*. Paidós.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Cano, J., & García, L. (2019). *Gamificación en el aula de ciencias: una revisión sistemática*. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 21(1), 1–15.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development*. Learning Policy Institute.
- De Jong, T. (2006). *Technological advances in inquiry learning*. Science, 312(5773), 532–533.
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). *Physical and virtual laboratories in science and engineering education*. Science, 340(6130), 305–308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>



- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”*. In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (pp. 9–15).
<https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Domènech-Casal, J., & Martínez-Torregrosa, J. (2016). *Diseño de secuencias didácticas para el aprendizaje por indagación en ciencias*. Enseñanza de las Ciencias, 34(1), 5–23.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). *Constructing scientific knowledge in the classroom*. Educational Researcher, 23(7), 5–12.
- Fernández March, A. (2006). *El aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje cooperativo en la educación superior: experiencias innovadoras en la Universidad Politécnica de Valencia*. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 20(3), 135–158.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). *Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis*. Review of Educational Research, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Gabel, D. (1999). *Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future*. Journal of Chemical Education, 76(4), 548.
- Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2001). *Didáctica de las ciencias en la sociedad del conocimiento*. Síntesis.
- Giroux, H. A. (1983). *Theory and resistance in education: A pedagogy for the opposition*. Bergin & Garvey.
- Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. ASE.
- Hofstein, A., & Kind, P. M. (2012). *Learning in and from science laboratories: Enhancing students’ meta-understanding of science*. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 189–207). Springer.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). *The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century*. Science Education, 88(1), 28–54.
- Jiménez Aleixandre, M. P., & Pereiro Muñoz, M. (2005). *Las prácticas científicas en el aula: argumentación y construcción de conocimiento*. Enseñanza de las Ciencias, 23(3), 337–352.



- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning*. Allyn & Bacon.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Leach, J., & Scott, P. (2003). *Individual and sociocultural views of learning in science education*. *Science & Education*, 12(1), 91–113.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2006). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Sense Publishers.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2007). *Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice*. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 393–441). Lawrence Erlbaum.
- Marín-Marín, J. A., Moreno-Guerrero, A.-J., López-Belmonte, J., & Romero-Rodríguez, J.-M. (2021). *Effectiveness of escape rooms in learning: A meta-analysis*. *Sustainability*, 13(9), 4991.
- Mercer, N., & Howe, C. (2012). *Explaining the dialogic processes of teaching and learning: The value and potential of sociocultural theory*. *Learning, Culture and Social Interaction*, 1(1), 12–21.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Academies Press.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. The Nuffield Foundation.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). *The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews*. *BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). *Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals*. *Research in Science Education*, 38(3), 261–284.
- Piaget, J. (1975). *La equilibración de las estructuras cognitivas*. Ariel.
- Prensky, M. (2011). *Enseñar a nativos digitales: Partnering para un aprendizaje real*. SM.



- Rodríguez, A., & Solís, B. (2021). *Aprendizaje basado en proyectos en la enseñanza de la química: una revisión sistemática de la literatura*. *Revista de Educación en Ciencias*, 4(2), 115–134.
- Sadler, T. D. (2004). *Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research*. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.
- Salinas, J. (2004). *Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria*. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1(1), 1–16.
- Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). *Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature*. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370.
- Taber, K. S. (2002). *Chemical misconceptions: Prevention, diagnosis and cure (Vol. 1)*. Royal Society of Chemistry.
- Talanquer, V. (2011). *Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry triplet*. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation.
- UNESCO. (2015). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje*. UNESCO Publishing.
- Valbuena, C., García, M. E., & Prieto, T. (2019). *Percepciones del profesorado sobre las dificultades en la enseñanza de la química en secundaria*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1102.
- Vásquez, D., Peña, A., & Morales, F. (2020). *Proyectos de indagación para la enseñanza contextualizada de la química en secundaria*. *Educación Química*, 31(2), 30–36.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Zemplén, G. Á. (2007). *Science and ethics in science education: Towards a critical approach*. *Science & Education*, 16(3-5), 457–471.