

ESCTS-Vol.4. N1. 052

Pensamiento crítico y resolución de problemas en la enseñanza de la química: una revisión sistemática

Critical Thinking and Problem Solving in Chemistry Education: A Systematic Review

Autores:

Marlon Jonathan Estrella Semblantes
Unidad Educativa San José “La Salle”
Latacunga – Ecuador
marlonestrella2994@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-5543-8193>

Katherine Gricelda Coello Taish
UECIB “Padre José Vicente Rivadeneira”
Macas – Ecuador
katgris1994@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-6678-7110>

Diana Cristina Macera Veintimilla
Unidad Educativa Bosco Wisuma
Macas – Ecuador
crismacera93@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-7863-1646>

Sandra Patricia Arteaga Vaca
Unidad Educativa Francisco de Orellana
Macas – Ecuador
patriciaarteagavaca@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-5758-8647>

Jorge Andrés Bautista Samaniego
Unidad Educativa Sucúa
Sucúa – Ecuador
andres.bautista@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0000-7125-1657>

Autor de correspondencia: *Marlon Jonathan Estrella Semblantes,*
marlonestrella2994@gmail.com

Recepción: 19-marzo-2026

Aceptación: 01-mayo-2026

Publicación: 02-junio-2026



Cómo citar este artículo:

Estrella Semblantes, M. J., Coello Taish, K. G., Macera Veintimilla, D. C., Arteaga Vaca, S. P., & Bautista Samaniego, J. A. (2026). Pensamiento crítico y resolución de problemas en la enseñanza de la química: una revisión sistemática. *Sage Sphere of Technology, Sciences, Discoveries And Society*, 4(1), 1-24. <https://doi.org/10.63688/4pc05h37>

© 2026; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea correctamente citada.



RESUMEN

La enseñanza de la química requiere superar los métodos tradicionales centrados en la memorización, para promover competencias como el pensamiento crítico, la metacognición y la resolución de problemas. Estas habilidades permiten que los estudiantes analicen información, interpreten evidencias y construyan explicaciones científicas fundamentadas.

El estudio se desarrolló mediante una revisión sistemática de literatura, con enfoque cualitativo y apoyo cuantitativo descriptivo. Se siguieron los lineamientos del modelo PRISMA 2020 para identificar, seleccionar y analizar artículos científicos publicados entre 2008 y 2024 en bases de datos académicas. La muestra final estuvo conformada por 12 artículos científicos relacionados con educación química, pensamiento crítico, metacognición, andamiaje y metodologías activas.

Los hallazgos evidencian que el pensamiento crítico mejora cuando se enseña de manera explícita mediante actividades de análisis, argumentación y reflexión. Asimismo, la resolución de problemas abiertos, el andamiaje metacognitivo y las metodologías activas como STEAM-PjBL favorecen una comprensión más profunda de la química.

Se concluye que la enseñanza de la química debe orientarse hacia estrategias activas y contextualizadas que permitan al estudiante razonar, justificar respuestas y aplicar conocimientos científicos en situaciones reales.

Palabras clave: pensamiento crítico, química, resolución de problemas, metacognición, andamiaje.

ABSTRACT

Chemistry education requires moving beyond traditional methods focused on memorization in order to promote competencies such as critical thinking, metacognition, and problem solving. These skills allow students to analyze information, interpret evidence, and construct well-supported scientific explanations.

This study was conducted through a systematic literature review with a qualitative approach and descriptive quantitative support. The PRISMA 2020 guidelines were followed to identify, select, and analyze scientific articles published between 2008 and 2024 in academic databases. The final sample consisted of 12 articles related to chemistry education, critical thinking, metacognition, scaffolding, and active methodologies.

The findings show that critical thinking improves when it is taught explicitly through activities involving analysis, argumentation, and reflection. Likewise, open-ended problem solving, metacognitive scaffolding, and active methodologies such as STEAM-PjBL promote a deeper understanding of chemistry.

It is concluded that chemistry education should be oriented toward active and contextualized strategies that enable students to reason, justify their answers, and apply scientific knowledge to real-life situations.

Keywords: critical thinking, chemistry, problem solving, metacognition, scaffolding.



1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química enfrenta actualmente el desafío de superar prácticas centradas únicamente en la memorización de conceptos, fórmulas y procedimientos, para avanzar hacia experiencias de aprendizaje que permitan a los estudiantes analizar información, interpretar evidencias, formular explicaciones y resolver situaciones contextualizadas. En este sentido, el pensamiento crítico y la resolución de problemas se consideran competencias esenciales para comprender la química no solo como un conjunto de contenidos científicos, sino como una disciplina que permite explicar fenómenos de la vida cotidiana, ambientales, tecnológicos y sociales. Desde esta perspectiva, Talanquer y Pollard (2010) sostienen que la educación química debe orientarse a enseñar a los estudiantes a pensar químicamente, más que a reproducir conocimientos aislados.

Los antecedentes investigativos evidencian que el desarrollo del pensamiento crítico en química requiere estrategias didácticas que promuevan la argumentación, el análisis de datos, la formulación de hipótesis y la evaluación de explicaciones científicas. Danczak et al. (2020) señalan que el pensamiento crítico debe evaluarse dentro del contexto propio de la química, ya que las habilidades generales de razonamiento se expresan de manera más significativa cuando se relacionan con situaciones disciplinares concretas. Asimismo, Cooper et al. (2008) destacan la importancia de la metacognición en la resolución de problemas químicos, debido a que permite que el estudiante planifique, controle y valore sus propios procedimientos de aprendizaje.

La importancia de abordar este tema se justifica porque muchos estudiantes logran resolver ejercicios químicos de forma mecánica, pero presentan dificultades cuando enfrentan problemas abiertos, contextualizados o con más de una posible ruta de solución. Overton y Potter (2008) De manera complementaria, Dakabesi y Luoise (2019) evidencian que el aprendizaje basado en problemas favorece el desarrollo del pensamiento crítico cuando los estudiantes enfrentan situaciones contextualizadas, como el análisis de la velocidad de reacción química. Este aporte refuerza la idea de que la resolución de problemas no debe limitarse a ejercicios mecánicos, sino orientarse hacia tareas que exijan análisis, argumentación y toma de decisiones fundamentadas.



Explican que los problemas abiertos en química requieren habilidades cognitivas superiores, ya que demandan aplicar conocimientos científicos en contextos reales. En esta misma línea, Yuriev et al. (2017) afirman que el uso de andamiajes didácticos puede orientar a los estudiantes durante el proceso de resolución de problemas, especialmente cuando tienen dificultades para organizar sus razonamientos o identificar estrategias adecuadas.

Por ello, el objetivo general de este estudio es analizar, a partir de la literatura científica, cómo las estrategias didácticas empleadas en la enseñanza de la química contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico y la resolución de problemas en los estudiantes. Las variables centrales del estudio son, por una parte, las estrategias de enseñanza de la química, tales como el aprendizaje basado en problemas, la indagación, el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en proyectos y el andamiaje metacognitivo; y, por otra parte, el pensamiento crítico y la resolución de problemas como competencias cognitivas que fortalecen el aprendizaje científico. Este trabajo se desarrolló como una revisión sistemática de literatura, con enfoque cualitativo, de tipo descriptivo-documental, siguiendo las orientaciones del modelo PRISMA 2020 para la identificación, selección, análisis y síntesis de estudios científicos relacionados con el tema (Page et al., 2021).

2. MARCO TEÓRICO

Pensamiento crítico y resolución de problemas en la enseñanza de la química

El pensamiento crítico constituye una de las competencias fundamentales en la enseñanza de la química, debido a que permite analizar información, interpretar evidencias, formular explicaciones y tomar decisiones fundamentadas. Diversos estudios coinciden en que esta habilidad se fortalece mediante actividades de resolución de problemas, argumentación científica y reflexión metacognitiva. En este contexto, Abrami et al. (2015) destacan que la enseñanza explícita del pensamiento crítico genera mejoras significativas en el desempeño académico, mientras que Danczak et al. (2020) evidencian la necesidad de evaluarlo mediante instrumentos específicos para la educación química.

Resolución de problemas en química

La resolución de problemas representa una estrategia central para el aprendizaje de la química, ya que promueve la aplicación de conceptos científicos en situaciones reales o contextualizadas. Los estudios revisados muestran que los problemas abiertos favorecen



habilidades cognitivas superiores al exigir la interpretación de información, la selección de procedimientos y la justificación de respuestas. Según Overton y Potter (2008), este tipo de actividades contribuye al desarrollo del razonamiento científico y del pensamiento crítico.

De manera complementaria, Dakabesi y Luoise (2019) evidencian que el aprendizaje basado en problemas favorece el desarrollo del pensamiento crítico cuando los estudiantes enfrentan situaciones contextualizadas, como el análisis de la velocidad de reacción química. Este aporte refuerza la idea de que la resolución de problemas no debe limitarse a ejercicios mecánicos, sino orientarse hacia tareas que exijan análisis, argumentación y toma de decisiones fundamentadas.

Pensamiento químico y razonamiento disciplinar

El pensamiento químico se refiere a la forma particular en que los individuos comprenden, explican y predicen fenómenos relacionados con la estructura, composición y transformación de la materia. Talanquer y Pollard (2010) proponen que la enseñanza de la química debe dejar de centrarse exclusivamente en “lo que se sabe” para enfocarse en “cómo se piensa” dentro de la disciplina. Esta perspectiva implica enseñar a los estudiantes a construir explicaciones, emplear modelos, establecer relaciones causales y analizar fenómenos desde distintos niveles de representación química.

Este enfoque resulta relevante porque muchos estudiantes aprenden contenidos químicos de manera fragmentada, sin establecer conexiones entre los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico. El pensamiento químico permite superar dicha fragmentación, ya que orienta al estudiante a comprender por qué ocurre una reacción, cómo se reorganizan las partículas, qué evidencias sustentan una explicación y de qué manera puede representarse un fenómeno mediante ecuaciones, gráficos o modelos.

En consecuencia, el desarrollo del pensamiento químico fortalece tanto el pensamiento crítico como la resolución de problemas, porque proporciona una base conceptual que facilita el análisis de situaciones nuevas y la toma de decisiones fundamentadas.

Metacognición y autorregulación en la resolución de problemas

La metacognición y el andamiaje pedagógico desempeñan un papel relevante en el desarrollo del pensamiento químico. La evidencia analizada indica que los estudiantes mejoran su desempeño cuando planifican, supervisan y evalúan sus propios procesos de aprendizaje. Asimismo, el acompañamiento docente mediante preguntas orientadoras,



retroalimentación y apoyos estratégicos facilita la resolución de problemas complejos. Cooper et al. (2008), Yuriev et al. (2017) y Vo et al. (2024) coinciden en que estas estrategias favorecen la autorregulación y la comprensión profunda de los fenómenos químicos.

En esta misma línea, Ijirana et al. (2022) señalan que el aprendizaje basado en proyectos STEM con apoyo metacognitivo contribuye al fortalecimiento del pensamiento crítico en estudiantes de educación química, debido a que promueve la planificación, la colaboración, la reflexión y la evaluación del propio proceso de aprendizaje.

Andamiaje didáctico y acompañamiento del razonamiento

El andamiaje didáctico permite guiar progresivamente al estudiante en la construcción de habilidades complejas, especialmente cuando enfrenta tareas que no puede resolver de manera autónoma. En química, el andamiaje resulta útil porque muchos estudiantes presentan dificultades para iniciar un problema, seleccionar información relevante, organizar procedimientos o justificar sus decisiones.

Yuriev et al. (2017) desarrollaron el modelo denominado Goldilocks Help, orientado a guiar a los estudiantes mediante fases explícitas de resolución de problemas, preguntas orientadoras y promoción del razonamiento conceptual. Investigaciones más recientes continúan demostrando que los andamiajes metacognitivos favorecen el desarrollo de habilidades de resolución de problemas. En este sentido, Vo et al. (2024) explican que muchos estudiantes intentan resolver problemas químicos mediante algoritmos memorizados; frente a ello, los andamiajes permiten estructurar el proceso mediante etapas de planificación, ejecución, reflexión y evaluación.

Este aporte resulta significativo porque evidencia que la enseñanza de la química debe proporcionar apoyos estratégicos y no únicamente contenidos conceptuales. Por ello, el docente debe diseñar preguntas orientadoras, guías, rúbricas, organizadores y secuencias didácticas que permitan al estudiante avanzar desde una dependencia inicial hacia una resolución más autónoma, reflexiva y crítica.

Estrategias activas para desarrollar pensamiento crítico y resolución de problemas

Las metodologías activas constituyen un recurso eficaz para promover el pensamiento crítico en química. Estrategias como el enfoque STEAM-PjBL y el Design Thinking favorecen la participación, la colaboración y la búsqueda de soluciones fundamentadas. De manera complementaria, la evaluación debe centrarse en procesos de razonamiento,



interpretación de evidencias y argumentación científica, más allá de la memorización de contenidos. Los hallazgos de Ananda et al. (2023) y Danczak et al. (2020) respaldan esta perspectiva. De igual manera, Mitarlis et al. (2020) destacan que el aprendizaje basado en indagación permite fortalecer habilidades de pensamiento de orden superior, tales como el pensamiento crítico, analítico, creativo y práctico. De forma similar, Jegstad (2024) sostiene que la educación química basada en indagación favorece la construcción de explicaciones científicas y la participación activa del estudiante en el análisis de fenómenos químicos.

Evaluación del pensamiento crítico y la resolución de problemas

La evaluación del pensamiento crítico y la resolución de problemas debe ir más allá de pruebas centradas exclusivamente en respuestas numéricas o definiciones aisladas. Evaluar estas competencias implica analizar la manera en que el estudiante interpreta una situación, selecciona información, justifica procedimientos, utiliza evidencias y comunica conclusiones.

Danczak et al. (2020) desarrollaron un instrumento específico para medir pensamiento crítico en estudiantes de química, denominado DOT test, debido a que las habilidades críticas deben evaluarse dentro de contextos disciplinares auténticos.

En el caso de la resolución de problemas, la evaluación debe considerar tanto el resultado final como el proceso seguido por el estudiante. Esto incluye la identificación del problema, la planificación de estrategias, el uso adecuado de conceptos químicos, la coherencia del razonamiento y la capacidad para reflexionar sobre la respuesta obtenida.

Por consiguiente, herramientas como rúbricas, problemas abiertos, informes de laboratorio, mapas conceptuales, actividades de argumentación y tareas contextualizadas pueden proporcionar evidencias más completas del aprendizaje que las pruebas tradicionales centradas únicamente en la memorización.

Relación entre pensamiento crítico y resolución de problemas en química

El pensamiento crítico y la resolución de problemas no deben abordarse como competencias independientes, sino como procesos complementarios dentro del aprendizaje de la química. El pensamiento crítico permite analizar la calidad de la información, evaluar evidencias, cuestionar supuestos y justificar decisiones; mientras que la resolución de problemas posibilita aplicar dichas habilidades en situaciones concretas del contexto científico.



Por ello, un estudiante que desarrolla pensamiento crítico posee mayores posibilidades de resolver problemas de manera reflexiva y fundamentada, mientras que el enfrentamiento constante a problemas complejos favorece progresivamente el fortalecimiento de habilidades críticas.

En la enseñanza de la química, esta relación adquiere especial relevancia porque los contenidos científicos requieren interpretación, modelización, análisis experimental y toma de decisiones. La literatura revisada permite afirmar que las estrategias didácticas más efectivas son aquellas que integran pensamiento crítico, resolución de problemas, metacognición y contextualización del aprendizaje.

En consecuencia, el presente marco teórico se sustenta en la idea de que aprender química no consiste únicamente en dominar contenidos conceptuales, sino en desarrollar una forma de razonamiento científico que permita comprender fenómenos, resolver situaciones y actuar de manera fundamentada frente a problemas del contexto.

3. METODOLOGÍA

a) Enfoque del estudio

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de tipo documental, debido a que se orientó al análisis, interpretación y síntesis de investigaciones científicas previamente publicadas sobre el desarrollo del pensamiento crítico, la metacognición y la resolución de problemas en la enseñanza de la química. No se trabajó con participantes directos ni se aplicaron instrumentos de campo; por el contrario, la información fue obtenida mediante la revisión de artículos académicos indexados.

Asimismo, el estudio incorporó un componente cuantitativo descriptivo, ya que se registró el número de documentos identificados, depurados, excluidos e incluidos durante el proceso de selección bibliográfica. Por esta razón, puede considerarse una revisión de enfoque cualitativo con apoyo cuantitativo, propia de los estudios de revisión sistemática de literatura. En cuanto al tipo de investigación, corresponde a una revisión sistemática con síntesis narrativa, debido a que se siguió un procedimiento ordenado para buscar, evaluar, seleccionar y analizar estudios científicos relevantes. La síntesis narrativa fue pertinente porque los artículos incluidos presentan diversidad metodológica: estudios experimentales, investigaciones cualitativas, validaciones de instrumentos, revisiones y propuestas



didácticas. Esta variedad impidió realizar un metaanálisis estadístico, pero permitió construir una interpretación académica integrada de los hallazgos.

b) Método

El método utilizado fue la revisión sistemática de literatura, entendida como un procedimiento riguroso que permite identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre un tema determinado. Para organizar el proceso se siguieron los lineamientos generales del modelo PRISMA 2020, propuesto por Page et al. (2021), el cual permite transparentar las etapas de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios.

El modelo PRISMA fue seleccionado porque facilita la trazabilidad del proceso de revisión, reduce el sesgo de selección y permite justificar de manera clara por qué determinados estudios fueron incluidos o excluidos. En este trabajo, PRISMA se aplicó como guía metodológica para estructurar la búsqueda bibliográfica, registrar los criterios de selección y presentar el flujo de documentos mediante un diagrama.

La revisión no tuvo como propósito medir estadísticamente el efecto de una intervención, sino analizar cómo la literatura científica aborda el pensamiento crítico, la metacognición, el aprendizaje basado en problemas, el pensamiento químico y las estrategias de andamiaje en la educación química. Por ello, se optó por una síntesis narrativa y argumentativa, apoyada en la comparación temática de los estudios seleccionados.

b) Fases del estudio

El estudio se organizó en cuatro fases: búsqueda, evaluación, análisis y síntesis.

Fase de búsqueda

En esta fase se identificaron artículos científicos relacionados con pensamiento crítico, metacognición, resolución de problemas y enseñanza de la química. Para ello, se emplearon palabras clave en español e inglés, tales como: critical thinking, chemistry education, metacognition, problem solving, STEAM-PjBL, scaffolding, higher order thinking skills y chemical thinking. La búsqueda se realizó en bases de datos académicas como Scopus, Web of Science, ERIC, Google Scholar, Royal Society of Chemistry y revistas especializadas en educación científica.

Fase de evaluación

Una vez identificados los documentos, se revisaron los títulos, resúmenes, palabras



clave y datos bibliográficos. En esta etapa se eliminaron registros duplicados, documentos sin DOI, tesis, trabajos no indexados, publicaciones fuera del periodo definido y estudios que no guardaban relación directa con el objeto de investigación. También se descartaron documentos centrados en pensamiento crítico de manera general, pero sin conexión con la enseñanza de la química, la metacognición o la resolución de problemas.

Fase de análisis

Los artículos seleccionados fueron leídos de manera completa. Durante esta fase se examinaron los objetivos, diseños metodológicos, participantes, estrategias didácticas, instrumentos de evaluación y principales resultados. El análisis permitió identificar categorías centrales: desarrollo del pensamiento crítico, evaluación del pensamiento crítico en química, metacognición en la resolución de problemas, problemas abiertos, andamiaje metacognitivo, pensamiento químico y aprendizaje basado en proyectos STEAM.

Fase de síntesis

Finalmente, se integraron los hallazgos en una síntesis narrativa. Esta fase permitió establecer relaciones entre los estudios revisados y construir una interpretación general sobre la importancia de enseñar química no solo como transmisión de contenidos, sino como una disciplina que promueve razonamiento, análisis, toma de decisiones, autorregulación y solución de problemas. La síntesis se apoyó en los aportes de Abrami et al. (2015), Ananda et al. (2023), Cooper et al. (2008), Danczak et al. (2020), Overton y Potter (2008), Talanquer y Pollard (2010), Vo et al. (2024), Yuriev et al. (2017), Dakabesi y Luoise (2019), Ijirana et al. (2022), Mitarlis et al. (2020) y Jegstad (2024).

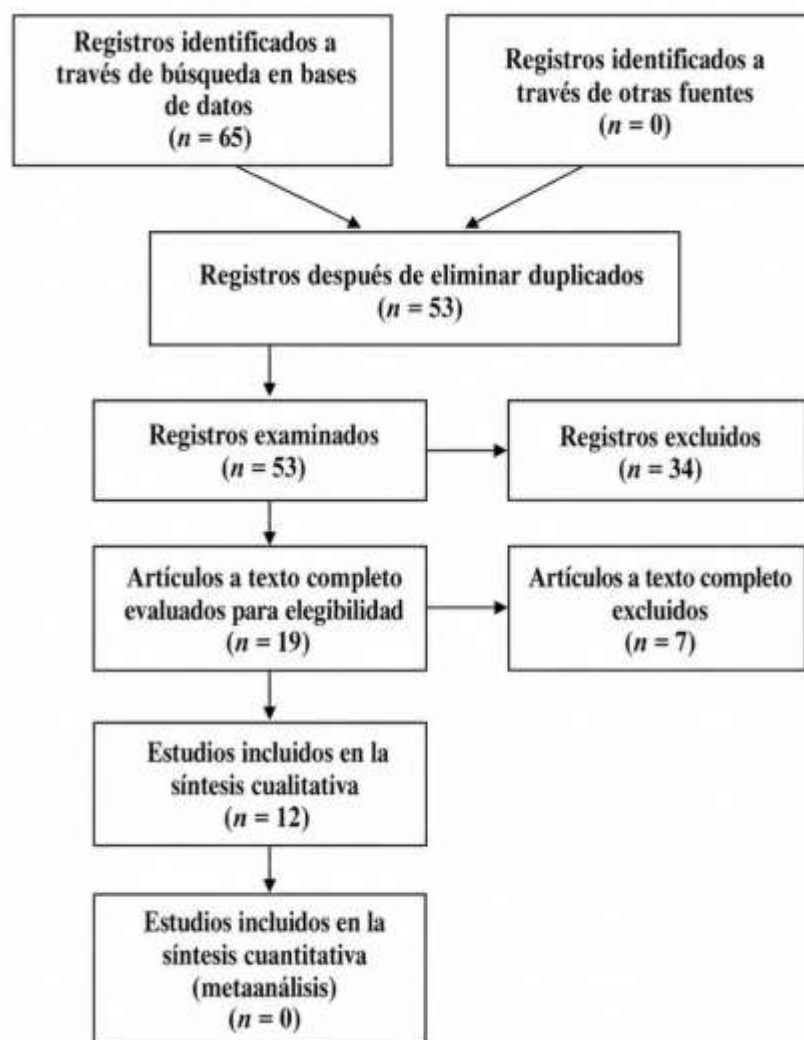
Proceso de selección de estudios según PRISMA

El proceso de selección de estudios se representó mediante un diagrama PRISMA. Este diagrama permitió visualizar el número de registros identificados en las bases de datos, los documentos eliminados antes del cribado, los estudios excluidos por título y resumen, los textos evaluados a texto completo y el número final de artículos incluidos en la revisión.

Figura 1.

Diagrama del método PRISMA





Nota. Descripción del proceso de cribado del diagrama PRISMA. Elaboración propia.

c) Fuentes y muestra

Las fuentes de información utilizadas correspondieron a bases de datos académicas y revistas científicas especializadas en educación, educación química y ciencias de la enseñanza. Entre las principales fuentes se consideraron: Scopus, Web of Science, ERIC, Google Scholar, Royal Society of Chemistry, Review of Educational Research, Journal of Technology and Science Education y Chemistry Education Research and Practice.

El periodo de tiempo considerado fue 2008–2024, debido a que los estudios incluidos abarcan desde investigaciones iniciales sobre metacognición y resolución de problemas en química hasta trabajos recientes sobre andamiaje metacognitivo, pensamiento crítico y metodologías activas como STEAM-PjBL.



La muestra final estuvo constituida por 12 artículos científicos

d) Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

Se incluyeron artículos que cumplieron con los siguientes criterios:

Publicaciones científicas revisadas por pares.

Artículos con DOI verificable.

Estudios publicados entre 2008 y 2024.

Investigaciones relacionadas con pensamiento crítico, metacognición, resolución de problemas, pensamiento químico o estrategias de enseñanza en química.

Estudios publicados en inglés o español.

Artículos disponibles a texto completo o con información metodológica suficiente.

Investigaciones empíricas, revisiones, metaanálisis o estudios de validación de instrumentos vinculados con educación química o pensamiento crítico.

Criterios de exclusión

Se excluyeron documentos que presentaron alguna de las siguientes condiciones:

Tesis, monografías, ensayos no arbitrados o documentos sin revisión por pares.

Publicaciones sin DOI.

Estudios duplicados en más de una base de datos.

Artículos fuera del periodo de análisis.

Investigaciones centradas en pensamiento crítico de forma general, sin relación con química, metacognición o resolución de problemas.

Documentos con acceso insuficiente a la información metodológica.

Estudios que no presentaban relación directa con el objetivo de la revisión.

e) Procedimiento general

El procedimiento general inició con la definición del problema de revisión: analizar cómo la literatura científica aborda el desarrollo del pensamiento crítico, la metacognición y la resolución de problemas en la enseñanza de la química. A partir de este eje, se establecieron palabras clave, bases de datos y criterios de inclusión y exclusión.

Posteriormente, se realizó la búsqueda bibliográfica en bases académicas especializadas. Los registros identificados fueron organizados en una matriz de análisis que incluyó autor, año,



título, objetivo, metodología, población, principales resultados, aportes al tema y DOI. Esta matriz permitió comparar los estudios y determinar su pertinencia para la revisión.

Después de la búsqueda, se aplicó el proceso de depuración. En primer lugar, se eliminaron duplicados y documentos que no cumplieran con los criterios formales. En segundo lugar, se revisaron títulos y resúmenes para seleccionar únicamente aquellos estudios relacionados con el tema. En tercer lugar, se evaluaron los textos completos para verificar la calidad metodológica y la pertinencia de los hallazgos.

La revisión permitió observar que el pensamiento crítico en química no se desarrolla únicamente mediante la memorización de conceptos, sino a través de estrategias que promueven análisis, reflexión, toma de decisiones y resolución de problemas. Abrami et al. (2015) sostienen que la enseñanza explícita de habilidades de pensamiento crítico tiene efectos positivos en el aprendizaje, especialmente cuando se acompaña de estrategias pedagógicas intencionales. En esta misma línea, Ananda et al. (2023) evidencian que la integración de Design Thinking con STEAM-PjBL favorece la participación activa y el razonamiento crítico en estudiantes de química.

Por otra parte, Cooper et al. (2008) destacan la importancia de la metacognición en la resolución de problemas químicos, al señalar que los estudiantes requieren monitorear y regular sus propios procesos de pensamiento. Esta idea se complementa con los aportes de Yuriev et al. (2017) y Vo et al. (2024), quienes muestran que el andamiaje metacognitivo permite orientar a los estudiantes cuando enfrentan dificultades, errores iniciales o caminos de solución poco efectivos.

Asimismo, Danczak et al. (2020) aportan una contribución relevante al desarrollar y validar un instrumento específico para medir pensamiento crítico en estudiantes universitarios de química. Este aporte es importante porque permite evaluar el pensamiento crítico dentro de un contexto disciplinar y no únicamente mediante pruebas generales. De manera complementaria, Overton y Potter (2008) señalan que los problemas abiertos favorecen habilidades cognitivas superiores, ya que obligan al estudiante a analizar información, seleccionar estrategias y justificar sus respuestas.

Finalmente, Talanquer y Pollard (2010) plantean que la enseñanza de la química debe centrarse en cómo piensan los químicos, más que en la simple acumulación de información conceptual. Este enfoque permite comprender la química como una forma de



razonamiento científico, orientada a formular preguntas, construir explicaciones, interpretar evidencias y resolver problemas.

En conjunto, el procedimiento metodológico permitió seleccionar una muestra final de 12 artículos científicos. La aplicación del modelo PRISMA fortaleció la transparencia del proceso de selección, mientras que la síntesis narrativa permitió integrar los principales aportes teóricos y empíricos sobre pensamiento crítico, metacognición y resolución de problemas en la educación química.

4. RESULTADOS

La presente revisión sistemática analizó 12 artículos científicos publicados entre 2008 y 2024, relacionados con el pensamiento crítico, la metacognición, la resolución de problemas y las estrategias didácticas en la enseñanza de la química. Los estudios fueron seleccionados a partir de bases de datos académicas como Scopus, Web of Science, ERIC, Google Scholar, Royal Society of Chemistry, Journal of Technology and Science Education y Chemistry Education Research and Practice.

Los resultados se organizaron según las principales variables encontradas en los artículos revisados: pensamiento crítico, metacognición, resolución de problemas, andamiaje metacognitivo y metodologías activas.

Resultados por variables estudiadas

El pensamiento crítico fue una de las variables más frecuentes. Abrami et al. (2015) evidencian que esta habilidad mejora cuando se enseña de forma directa mediante actividades de análisis, reflexión y argumentación. En química, Danczak et al. (2020) destacan la importancia de evaluar el pensamiento crítico mediante instrumentos propios de la disciplina. La metacognición también aparece como un elemento clave en el aprendizaje de la química. Cooper et al. (2008) señalan que los estudiantes que reflexionan sobre sus propios procesos de pensamiento pueden resolver problemas con mayor claridad, identificar errores y mejorar sus estrategias de aprendizaje.

La resolución de problemas fue otra variable central. Overton y Potter (2008) sostienen que los problemas abiertos permiten desarrollar habilidades cognitivas superiores, ya que obligan al estudiante a analizar información, seleccionar procedimientos y justificar sus respuestas.

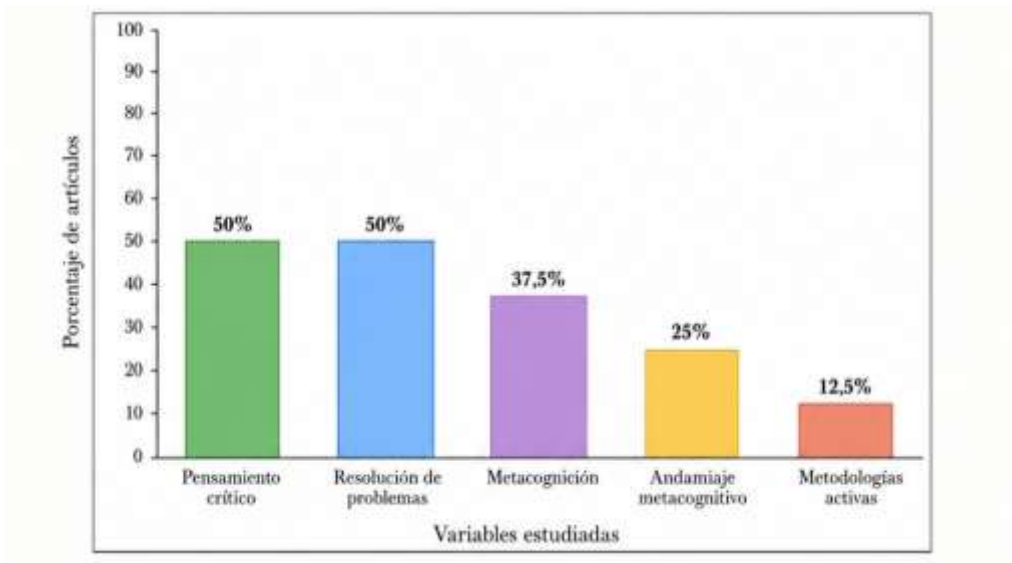


El andamiaje metacognitivo se identificó como una estrategia útil para orientar a los estudiantes durante la resolución de problemas. Yuriev et al. (2017) y Vo et al. (2024) muestran que el acompañamiento mediante preguntas, guías o retroalimentación permite que los estudiantes organicen mejor sus ideas y eviten errores comunes.

Finalmente, las metodologías activas, como el Design Thinking integrado con STEAM-PjBL, favorecen la participación activa y el desarrollo del pensamiento crítico. Ananda et al. (2023) demuestran que este tipo de estrategias ayuda a los estudiantes a resolver problemas reales de manera creativa y colaborativa.

Figura 2.

Distribución de variables estudiadas en los artículos revisados



Nota. Variables identificadas en los artículos revisados. Elaboración propia.

Tabla 1

Matriz de artículos incluidos en la revisión sistemática

Autor(es) y año	Variable principal	Principales hallazgos
Abrami et al. (2015)	Pensamiento crítico	La enseñanza explícita favorece significativamente el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.



Ananda et al. (2023)	STEAM-PjBL	La integración de Design Thinking con STEAM-PjBL fortalece el pensamiento crítico y la resolución de problemas en química.
Cooper et al. (2008)	Metacognición	La autorregulación y la reflexión sobre el aprendizaje mejoran la resolución de problemas químicos.
Dakabesi y Luoise (2019)	Aprendizaje basado en problemas	El aprendizaje basado en problemas favorece el pensamiento crítico en el estudio de la velocidad de reacción química.
Danczak et al. (2020)	Evaluación del pensamiento crítico	Se valida un instrumento específico para evaluar el pensamiento crítico en estudiantes de química.
Ijirana et al. (2022)	STEM y metacognición	El aprendizaje STEM basado en proyectos con apoyo metacognitivo fortalece el pensamiento crítico.
Jegstad (2024)	Indagación científica	La educación química basada en indagación promueve la construcción de explicaciones científicas fundamentadas.
Mitarlis et al. (2020)	Habilidades de pensamiento de orden superior	El aprendizaje basado en indagación fortalece



		habilidades críticas, analíticas, creativas y prácticas.
Overton y Potter (2008)	Resolución de problemas	Los problemas abiertos favorecen el desarrollo de habilidades cognitivas superiores y el razonamiento científico.
Talanquer y Pollard (2010)	Pensamiento químico	La química debe enseñarse como una forma de razonar y comprender fenómenos, más que como transmisión de contenidos.
Vo et al. (2024)	Andamiaje metacognitivo	El apoyo metacognitivo mejora la organización del razonamiento durante la resolución de problemas químicos.
Yuriev et al. (2017)	Andamiaje didáctico	Las guías y apoyos estructurados ayudan a los estudiantes a superar dificultades en la resolución de problemas químicos.

Nota. Matriz elaborada a partir de los 12 artículos científicos incluidos en la revisión sistemática. Se sintetizan las variables principales analizadas y los hallazgos más relevantes relacionados con el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la metacognición, el andamiaje y las metodologías activas en la enseñanza de la química. Elaboración propia. Los resultados muestran que el aprendizaje de la química mejora cuando se incorporan estrategias que desarrollan el pensamiento crítico, la metacognición y la resolución de problemas. Los artículos revisados coinciden en que no basta con memorizar contenidos, sino



que es necesario enseñar a los estudiantes a analizar, argumentar, reflexionar y tomar decisiones fundamentadas.

En conclusión, las estrategias más efectivas identificadas fueron la enseñanza explícita del pensamiento crítico, el uso de problemas abiertos, el andamiaje metacognitivo y las metodologías activas como STEAM-PjBL. Estas estrategias permiten que los estudiantes comprendan mejor la química y desarrollen habilidades de pensamiento científico.

5. DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión sistemática evidencian que el desarrollo del pensamiento crítico en la enseñanza de la química trasciende la simple incorporación de estrategias innovadoras en el aula. Lo verdaderamente relevante es que las actividades propuestas permitan al estudiante analizar información, argumentar sus respuestas, contrastar evidencias y tomar decisiones fundamentadas. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Abrami et al. (2015), quienes sostienen que el pensamiento crítico se fortalece cuando su enseñanza es intencional, explícita y planificada. Asimismo, Ananda et al. (2023) respaldan esta perspectiva al demostrar que metodologías activas como el Design Thinking integrado con STEAM-PjBL favorecen significativamente el desarrollo de esta competencia. Sin embargo, mientras Abrami et al. (2015) enfatizan la instrucción directa de habilidades cognitivas, Ananda et al. (2023) destacan la importancia del aprendizaje basado en proyectos y la resolución de problemas reales, lo que evidencia que existen diversas estrategias complementarias para fortalecer el pensamiento crítico en química.

Uno de los aspectos más recurrentes en los estudios revisados es la estrecha relación entre el pensamiento crítico y la resolución de problemas. De acuerdo con Overton y Potter (2008), los problemas abiertos exigen que los estudiantes movilicen habilidades cognitivas complejas, ya que no admiten una única respuesta ni pueden resolverse mediante la aplicación mecánica de algoritmos. En concordancia con esta idea, los artículos analizados muestran que los problemas contextualizados favorecen la interpretación de información, la selección de estrategias adecuadas y la construcción de argumentos sustentados. Estos resultados coinciden con la propuesta de Talanquer y Pollard (2010), quienes plantean que la enseñanza de la química debe orientarse hacia el desarrollo del razonamiento químico y no únicamente hacia la transmisión de contenidos. No obstante, mientras Overton y Potter



(2008) centran su análisis en la resolución de problemas abiertos, Talanquer y Pollard (2010) enfatizan la comprensión conceptual y la construcción de modelos explicativos, mostrando enfoques distintos pero complementarios.

Desde otra perspectiva, los trabajos de Cooper et al. (2008), Yuriev et al. (2017) y Vo et al. (2024) destacan la importancia de la metacognición y el andamiaje en el aprendizaje de la química. Los resultados indican que los estudiantes obtienen mejores desempeños cuando desarrollan la capacidad de planificar, supervisar y evaluar sus propios procesos de pensamiento. Bajo esta premisa, el papel del docente adquiere una relevancia fundamental, ya que no se limita a presentar problemas, sino que orienta el aprendizaje mediante preguntas, retroalimentación y apoyos pedagógicos ajustados a las necesidades de los estudiantes. Aunque los tres estudios coinciden en la importancia de la reflexión sobre el propio aprendizaje, existen diferencias en sus enfoques. Cooper et al. (2008) resaltan principalmente los procesos de autorregulación individual, mientras que Yuriev et al. (2017) y Vo et al. (2024) otorgan mayor relevancia al acompañamiento docente mediante estrategias de andamiaje. Esta diferencia sugiere que el fortalecimiento del pensamiento crítico depende tanto de factores internos del estudiante como de apoyos pedagógicos externos.

Por otro lado, los hallazgos ponen de manifiesto la necesidad de evaluar el pensamiento crítico dentro de contextos específicos de la química. Según Danczak et al. (2020), las pruebas generales de pensamiento crítico pueden resultar insuficientes para identificar cómo razonan los estudiantes frente a situaciones propias de esta disciplina. En consecuencia, la evaluación debería considerar habilidades como la interpretación de datos experimentales, la formulación de conclusiones basadas en evidencias, la identificación de supuestos y la relación entre conceptos químicos. Esta perspectiva complementa los planteamientos de Talanquer y Pollard (2010), quienes argumentan que el razonamiento químico requiere instrumentos de evaluación que permitan valorar procesos cognitivos complejos y no únicamente la reproducción de conocimientos.

En relación con las metodologías activas, el estudio de Ananda et al. (2023) demuestra que la integración del Design Thinking con el enfoque STEAM-PjBL contribuye al fortalecimiento del pensamiento crítico en estudiantes de química. Los hallazgos de la revisión coinciden con esta perspectiva al señalar que las estrategias activas favorecen la participación, la colaboración y la búsqueda de soluciones a problemas complejos.



Sin embargo, la evidencia también indica que la implementación aislada de metodologías innovadoras no garantiza resultados positivos. Su efectividad depende de una adecuada planificación, de la calidad de las actividades propuestas y de la orientación pedagógica brindada por el docente durante el proceso de aprendizaje.

La literatura analizada permite afirmar que las prácticas más efectivas para la enseñanza de la química son aquellas que integran la resolución de problemas, la metacognición, el andamiaje, la contextualización y el pensamiento crítico. Los estudios revisados coinciden en que el aprendizaje mejora cuando el estudiante asume un rol activo en la construcción del conocimiento, participando en procesos de análisis, interpretación, argumentación y toma de decisiones fundamentadas. Si bien toda revisión sistemática presenta limitaciones relacionadas con los criterios de búsqueda, selección y disponibilidad de estudios, la inclusión de 12 artículos científicos permitió obtener una visión más amplia y consistente de las tendencias actuales en la enseñanza de la química. En conjunto, la evidencia revisada sugiere que el desarrollo del pensamiento crítico debe constituir un eje central de la formación científica, favoreciendo aprendizajes más profundos, reflexivos y transferibles a distintos contextos educativos.

6. CONCLUSIÓN

La revisión sistemática de los 12 estudios analizados permitió identificar que la resolución de problemas constituye una de las estrategias más efectivas para el desarrollo del pensamiento crítico en la enseñanza de la química. Los estudios coinciden en que los problemas abiertos y contextualizados favorecen la interpretación de información, la argumentación científica y la toma de decisiones fundamentadas, superando los enfoques centrados únicamente en la aplicación mecánica de procedimientos.

Asimismo, la evidencia analizada mostró que la metacognición y el andamiaje pedagógico desempeñan un papel relevante en el fortalecimiento del razonamiento químico. Los resultados indican que los estudiantes alcanzan una comprensión más profunda cuando planifican, supervisan y evalúan sus propios procesos de aprendizaje, especialmente cuando reciben orientación docente mediante preguntas, retroalimentación y apoyos ajustados a sus necesidades.



Otro hallazgo relevante fue la necesidad de evaluar el pensamiento crítico mediante instrumentos vinculados a contextos específicos de la química. Los estudios revisados evidencian que las evaluaciones tradicionales centradas en la memorización de conceptos o en la obtención de respuestas correctas resultan insuficientes para valorar habilidades como la interpretación de evidencias, la formulación de argumentos y el razonamiento científico. Además, los resultados muestran que las metodologías activas, particularmente aquellas basadas en proyectos, resolución de problemas y enfoques interdisciplinarios, contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico cuando son implementadas mediante una planificación adecuada y con objetivos de aprendizaje claramente definidos.

En conjunto, la evidencia científica revisada permite concluir que el fortalecimiento del pensamiento crítico en la enseñanza de la química requiere la integración de estrategias de resolución de problemas, procesos metacognitivos, andamiaje docente y metodologías activas, elementos que aparecen de manera recurrente en los estudios analizados y que muestran efectos favorables sobre el aprendizaje y el razonamiento científico de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Waddington, D. I., Wade, C. A., & Persson, T. (2015). Strategies for teaching students to think critically: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 85(2), 275–314. <https://doi.org/10.3102/0034654314551063>
- Ananda, L. R., Rahmawati, Y., & Khairi, F. (2023). Critical thinking skills of chemistry students by integrating design thinking with STEAM-PjBL. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 352–367. <https://doi.org/10.3926/jotse.1938>
- Cooper, M. M., Sandi-Urena, S., & Stevens, R. (2008). Reliable multi-method assessment of metacognition use in chemistry problem solving. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 18–24. <https://doi.org/10.1039/B801287N>
- Dakabesi, D., & Luoise, I. S. Y. (2019). The effect of problem-based learning model on critical thinking skills in the context of chemical reaction rate. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 13(3), 395–401. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v13i3.13887>



- Danczak, S. M., Thompson, C. D., & Overton, T. L. (2020). Development and validation of an instrument to measure undergraduate chemistry students' critical thinking skills. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 62–78. <https://doi.org/10.1039/C8RP00130H>
- Ijirana, I., Aminah, S., Supriadi, S., & Magfirah, M. (2022). Critical thinking skills of chemistry education students in team project-based STEM-metacognitive skills learning during the COVID-19 pandemic. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 397–409. <https://doi.org/10.3926/jotse.1697>
- Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based chemistry education: A systematic review. *Studies in Science Education*, 60(2), 251–313. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2248436>
- Mitarlis, M., Ibnu, S., Rahayu, S., & Sutrisno, S. (2020). The effectiveness of New Inquiry-Based Learning (NIBL) for improving multiple higher-order thinking skills (M-HOTS) of prospective chemistry teachers. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 1309–1325. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.3.1309>
- Overton, T., & Potter, N. (2008). Solving open-ended problems and the influence of cognitive factors on student success. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 65–69. <https://doi.org/10.1039/B801307C>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, Article n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Talanquer, V., & Pollard, J. (2010). Let's teach how we think instead of what we know. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(2), 74–83. <https://doi.org/10.1039/C005349J>
- Vo, K., Sarkar, M., White, P. J., & Yuriev, E. (2024). Development of problem-solving skills supported by metacognitive scaffolding: Insights from students' written work. *Chemistry Education Research and Practice*, 25(4), 1197–1209. <https://doi.org/10.1039/D3RP00284E>
- Yuriev, E., Naidu, S., Schembri, L. S., & Short, J. L. (2017). Scaffolding the development of problem-solving skills in chemistry: Guiding novice students out of dead



ends and false starts. *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 486–504.
<https://doi.org/10.1039/C7RP00009J>

Conflicto de Intereses: Los autores afirman que no existen conflictos de intereses en este estudio y que se han seguido éticamente los procesos establecidos por esta revista. Además, aseguran que este trabajo no ha sido publicado parcial ni totalmente en ninguna otra revista.

FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron financiamiento para el desarrollo de esta investigación.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA:

Nombres de autores e iniciales: Marlon Jonathan Estrella Semblantes (MJES), Katherine Gricelda Coello Taish (KGCT), Diana Cristina Macera Veintimilla (DCMV), Sandra Patricia Arteaga Vaca (SPAV), Jorge Andrés Bautista Samaniego (JABS).

1. Conceptualización: (MJES) (KGCT)
2. Curación de datos: (DCMV) (SPAV)
3. Análisis formal: (MJES) (JABS)
4. Adquisición de fondos: (MJES)
5. Investigación: (MJES) (KGCT) (DCMV)
6. Metodología: (KGCT) (JABS)
7. Administración del proyecto: (MJES)
8. Recursos: (SPAV) (JABS)
9. Software: (DCMV)
10. Supervisión: (MJES) (JABS)
11. Validación: (KGCT) (SPAV)
12. Visualización: (DCMV) (SPAV)
13. Redacción – Borrador original: (MJES) (KGCT) (DCMV)
14. Redacción – Revisión y edición: (SPAV) (JABS)

