

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO: UN ANÁLISIS DESDE LAS CIENCIAS NATURALES

ASSESSMENT INSTRUMENTS FOR MEANINGFUL LEARNING: ANALYSIS FROM THE NATURAL SCIENCES

INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA ANÁLISE A PARTIR DAS CIÊNCIAS NATURAIS

Andrés Guillermo Chavarro Rivera* 

Chavarro Rivera, A. (2026). Instrumentos de evaluación del aprendizaje significativo: un análisis desde las ciencias naturales. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 21(2), e23204 DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.23204>

Resumen

La evaluación del aprendizaje significativo en ciencias naturales enfrenta dificultades debido al predominio de enfoques memorísticos, que limitan la comprensión conceptual y la aplicación del conocimiento en contextos reales. A pesar del avance de metodologías activas, sigue siendo complejo determinar en qué medida los estudiantes integran y emplean los conceptos científicos de manera efectiva. Además, los métodos de evaluación tradicionalmente utilizados no siempre reflejan el grado de construcción del conocimiento ni su aplicabilidad en la resolución de problemas. Este estudio analiza los instrumentos de evaluación empleados en ciencias naturales para determinar su eficacia en la medición del aprendizaje significativo y proponer estrategias para optimizar su aplicación en el aula. Se llevó a cabo una revisión documental en bases de datos indexadas como Scopus, Dialnet, Scielo y Web of Science, priorizando estudios publicados entre 2013 y 2024. Se revisaron enfoques cualitativos, cuantitativos y mixtos, identificando sus ventajas y limitaciones. Los hallazgos indican que los métodos convencionales, como pruebas estandarizadas y cuestionarios de opción múltiple, no reflejan con precisión cómo los estudiantes construyen el significado de los conceptos científicos. En contraste, herramientas como entrevistas, mapas conceptuales y rúbricas cualitativas permiten una mejor aproximación al aprendizaje profundo, aunque presentan desafíos en su estandarización. Los enfoques mixtos, que combinan simulaciones digitales, análisis de portafolios y cuestionarios estructurados, ofrecen una visión más completa del proceso de aprendizaje. Se concluye que la evaluación en ciencias naturales debe integrar diversos instrumentos que midan la adquisición de conocimientos y su aplicación en la resolución de problemas y actividades experimentales, equilibrando rigor metodológico y flexibilidad según el contexto educativo.

*Doctor en Ciencias de la educación, UMECIT Panamá, Colombia, andreschavarro.est@umecit.edu.pa, <https://orcid.org/0009-0008-6305-2701>
Recibido: Febrero 4 de 2025, aceptado: abril 1 de 2026

Palabras Clave: Aprendizaje significativo; Ciencias naturales; Instrumentos de medición; Métodos de evaluación.

Abstract

The assessment of meaningful learning in natural sciences presents significant challenges due to the prevalence of rote-based approaches, which hinder deep understanding and the practical application of knowledge in real-world contexts. Despite advancements in active methodologies, measuring the extent to which students integrate and apply scientific concepts effectively remains a complex task. Furthermore, traditional evaluation methods often fail to capture the depth of knowledge construction and its applicability in problem-solving. This study examines the evaluation instruments used in natural sciences to determine their effectiveness in assessing meaningful learning and to propose strategies for improving their implementation in the classroom. A systematic literature review was conducted using indexed databases such as Scopus, Dialnet, Scielo, and Web of Science, prioritizing studies published between 2013 and 2024. Qualitative, quantitative, and mixed-method approaches were analyzed, identifying their strengths and limitations. Findings indicate that conventional assessment tools, such as standardized tests and multiple-choice questionnaires, do not accurately reflect how students construct scientific understanding. In contrast, interviews, concept maps, and qualitative rubrics provide deeper insights into the learning process, though they present challenges in standardization. Mixed-method approaches, incorporating digital simulations, portfolio analysis, and structured questionnaires, offer a more comprehensive perspective on learning. It is concluded that the evaluation of meaningful learning in natural sciences should integrate diverse instruments that assess both knowledge acquisition and its application in problem-solving and experimental activities, ensuring a balance between methodological rigor and adaptability to different educational contexts

Keywords: Meaningful learning; Natural Sciences; Educational measurement instruments; Evaluation methods.

Resumo

A avaliação da aprendizagem significativa em ciências naturais apresenta desafios consideráveis devido à predominância de abordagens baseadas na memorização, que dificultam a compreensão aprofundada e a aplicação prática do conhecimento em contextos reais. Apesar dos avanços nas metodologias ativas, ainda é complexo medir até que ponto os alunos conseguem integrar e aplicar conceitos científicos de maneira eficaz. Além disso, os métodos tradicionais de avaliação nem sempre refletem com precisão a construção do conhecimento e sua aplicabilidade na resolução de problemas. Este estudo analisa os instrumentos de avaliação utilizados no ensino de ciências naturais para determinar sua eficácia na medição da aprendizagem significativa e propor estratégias que aprimorem sua aplicação em sala de aula. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura em bases de dados indexadas, como Scopus, Dialnet, Scielo e Web of Science, priorizando estudos publicados entre 2013 e 2024. Foram examinadas abordagens qualitativas, quantitativas e mistas, identificando seus pontos fortes e limitações. Os resultados

indicam que métodos convencionais, como testes padronizados e questionários de múltipla escolha, não capturam de maneira adequada como os alunos constroem o entendimento científico. Em contrapartida, entrevistas, mapas conceituais e rubricas qualitativas proporcionam uma visão mais aprofundada do processo de aprendizagem, embora apresentem desafios em termos de padronização. Abordagens mistas, que combinam simulações digitais, análise de portfólios e questionários estruturados, oferecem uma perspectiva mais abrangente sobre a aprendizagem. Conclui-se que a avaliação da aprendizagem significativa em ciências naturais deve integrar diversos instrumentos que avaliem tanto a aquisição do conhecimento quanto sua aplicação na resolução de problemas e em atividades experimentais, garantindo um equilíbrio entre rigor metodológico e flexibilidade para diferentes contextos educacionais.

Palavras-Chave: Aprendizagem significativa; Ciências naturais; Instrumentos de medição educacional; Métodos de avaliação.

1. Introducción

La teoría del aprendizaje significativo propuesta por Ausubel (1963) sigue siendo una respuesta vigente a los desafíos del sistema educativo. Aunque las metodologías innovadoras han ganado espacio en las aulas, la enseñanza aún se orienta, en muchos casos, hacia pruebas estandarizadas, promoviendo un aprendizaje mecánico en lugar de uno profundo (Ordóñez & Mohedano, 2019). Este problema es particularmente crítico en ciencias naturales, donde la construcción del conocimiento exige que los estudiantes relacionen teoría y práctica en entornos experimentales como el laboratorio.

Si bien el concepto de aprendizaje significativo es ampliamente utilizado en discursos pedagógicos, su aplicación en ciencias naturales sigue siendo ambigua. Moreira (2017) advierte que se ha convertido en un término genérico, atribuido a diversas metodologías sin un sustento teórico claro. Para lograr un aprendizaje genuino, es esencial un enfoque riguroso que no solo invoque la teoría, sino que la traduzca en experiencias prácticas que fortalezcan la comprensión conceptual. En este sentido, las prácticas de laboratorio juegan un rol clave en el desarrollo de competencias científicas, permitiendo la validación empírica del conocimiento.

Las nuevas metodologías fomentan un rol más activo del estudiante, desafiando modelos tradicionales de enseñanza. Sin embargo, evaluar el aprendizaje significativo sigue siendo complejo. Salamanca et al. (2021) destacan la escasez de instrumentos adecuados, pues la mayoría de las evaluaciones siguen siendo memorísticas, sin reflejar la profundidad del aprendizaje alcanzado.

Esta investigación analiza los principales instrumentos de evaluación en ciencias naturales, identificando las limitaciones de los métodos cuantitativos, cualitativos y mixtos. Además, propone estrategias para mejorar la evaluación en contextos experimentales, asegurando una valoración precisa del impacto del aprendizaje en la formación científica.

2. Metodología

Se adoptó una metodología de revisión documental, orientada a la sistematización, análisis e interpretación de literatura científica sobre la evaluación del aprendizaje significativo en ciencias naturales. Abordado como un proceso analítico en el que se incorporan y comparan estudios primarios con diversos enfoques metodológicos (cualitativos, cuantitativos y mixtos), con el fin de lograr una comprensión integral del fenómeno estudiado. El proceso metodológico se estructuró en varias etapas. En primer lugar, se realizó una búsqueda sistemática de literatura científica en bases de datos indexadas de

alto impacto, tales como Scopus, Dialnet, SciELO, Web of Science y Google Scholar. Para la recuperación de la información se emplearon descriptores relacionados con aprendizaje significativo, evaluación educativa y ciencias naturales, combinados mediante operadores booleanos.

La selección de los documentos se realizó con base en criterios previamente definidos: (a) rango temporal entre 2013 y 2024, con el propósito de garantizar la actualidad científica; (b) idioma, incluyendo publicaciones en español, inglés y portugués; y (c) pertinencia temática, priorizando estudios centrados en métodos e instrumentos de evaluación del aprendizaje significativo, especialmente aquellos aplicados en contextos de enseñanza de las ciencias. Asimismo, se otorgó especial relevancia a investigaciones que incluyen aplicaciones prácticas, como experiencias de laboratorio o estrategias didácticas contextualizadas.

En una segunda fase, se aplicarán criterios de inclusión y exclusión orientados a asegurar la calidad metodológica de las fuentes. Se incluyeron estudios con rigor científico, evidencia empírica o análisis crítico fundamentado sobre herramientas de evaluación, mientras que se excluyeron documentos duplicados, publicaciones no sometidas a revisión por pares y aquellos que no presentaban suficiente claridad metodológica o pertinencia temática.

Como resultado del proceso de depuración, se seleccionaron 47 artículos científicos y 6 tesis de posgrado, los cuales fueron sometidos a un proceso de análisis sistemático. Dicho análisis se realizó mediante un enfoque de análisis temático, apoyado en herramientas de codificación que permitieron organizar la información en categorías emergentes y predefinidas. Las categorías de análisis se estructuraron en torno a tres grandes dimensiones: enfoques cualitativos, cuantitativos y mixtos en la evaluación del aprendizaje significativo.

Con el propósito de fortalecer el rigor metodológico, se implementaron estrategias de triangulación teórica y analítica, contrastando los hallazgos entre diferentes tipos de estudios y enfoques metodológicos. Asimismo, se emplearon listas de verificación para la evaluación de la calidad de los documentos, lo cual permitió valorar la consistencia interna, la validez metodológica y la relevancia de cada fuente incluida en la revisión.

Finalmente, se llevó a cabo una síntesis crítica e integradora de los hallazgos, en la cual se identifican patrones metodológicos recurrentes, tendencias investigativas y vacíos en la literatura. Este proceso permitió no solo comparar similitudes y diferencias entre los estudios analizados, sino también aportar una visión estructurada y profunda del estado actual de la evaluación del aprendizaje significativo en ciencias naturales.

2.1. Muestra

La muestra corresponde a una revisión documental en bases de datos indexadas como Scopus, Dialnet, Scielo y Web of Science, priorizando estudios publicados entre 2013 y 2025. Llegando a seleccionar 47 artículos y 3 tesis doctorales con enfoques cualitativos, cuantitativos y mixtos, identificando sus ventajas y limitaciones.

3. Resultados

Para identificar los conceptos más recurrentes en la literatura revisada, se realizó un análisis de frecuencia de términos en los artículos seleccionados que se evidencian en la figura 1.

A partir, del análisis preliminar de frecuencia, más a profundidad se resalta que el aprendizaje significativo en el contexto de las ciencias naturales, particularmente en las prácticas de laboratorio,

percibida del contenido y el entorno de aprendizaje (Guachilema et al., 2021). En las prácticas de laboratorio, esto se traduce en la necesidad de diseñar actividades que estimulen la exploración y el descubrimiento, permitiendo a los estudiantes relacionar conceptos teóricos con fenómenos observables (Fong-Silva et al., 2017).

3.2. Aprendizaje Significativo en Prácticas de Laboratorio

Las prácticas de laboratorio ofrecen un escenario ideal para fomentar el aprendizaje significativo, ya que permiten a los estudiantes interactuar directamente con fenómenos naturales y aplicar conceptos teóricos en contextos reales. Urbano y Yerovi (2018) señalan que el material utilizado en las prácticas debe poseer un significado lógico y coherente, vinculándose con la estructura cognitiva existente del estudiante. Esto facilita la deconstrucción del conocimiento previo y promueve un proceso reflexivo que culmina en la construcción de nuevos conceptos científicos.

Por ejemplo, en una práctica de química, el concepto de "reacción química" puede servir como subsumidor para comprender procesos más avanzados, como la cinética química o el equilibrio químico. Moreira (2020) enfatiza que la claridad de estos conceptos anclaje es crucial para que los estudiantes comprendan fenómenos complejos y los relacionen con principios ya conocidos. De esta manera, las prácticas de laboratorio no solo refuerzan el aprendizaje teórico, sino que también fomentan habilidades como el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

3.3. Evaluación del Aprendizaje Significativo

Uno de los mayores desafíos en la educación en ciencias naturales es la evaluación del aprendizaje significativo. Los métodos tradicionales, como los exámenes de opción múltiple, suelen centrarse en la memorización de conceptos específicos, lo que limita la capacidad de los estudiantes para transferir sus conocimientos a nuevas situaciones (Urbina, 2020). Olivo (2021) señala que, aunque se utilizan herramientas como los mapas conceptuales para evaluar la comprensión de jerarquías conceptuales, estas no miden directamente el grado de aprendizaje significativo alcanzado.

Contreras (2018) destaca la desconexión entre los métodos de enseñanza y los instrumentos de evaluación, lo que afecta la coherencia en la medición del aprendizaje significativo. Por ejemplo, mientras las prácticas de laboratorio fomentan un aprendizaje activo y reflexivo, las evaluaciones suelen centrarse en la memorización de conceptos específicos, lo que limita la capacidad de los estudiantes para aplicar sus conocimientos en contextos reales (Reyna et al., 2018).

Para superar estas limitaciones, se han propuesto enfoques mixtos que combinan métodos cualitativos y cuantitativos. Salazar (2018) sugiere que las rúbricas cualitativas, las entrevistas y las simulaciones digitales pueden complementar las evaluaciones tradicionales, permitiendo una medición más integral del aprendizaje significativo. En el contexto de las prácticas de laboratorio, esto podría incluir la evaluación de portafolios que documenten el proceso de aprendizaje, así como la observación directa de la capacidad de los estudiantes para resolver problemas y diseñar experimentos.

3.4. Evaluación cualitativa del aprendizaje significativo.

La evaluación cualitativa se ha posicionado como una herramienta fundamental para comprender el aprendizaje significativo en el contexto de las ciencias naturales. La evaluación cualitativa permite a los educadores obtener una comprensión profunda y rica del proceso de aprendizaje de los estudiantes. Este enfoque no solo busca verificar la adquisición de conocimientos, sino también valorar cómo los

estudiantes integran, aplican y transforman la información para construir un entendimiento profundo y duradero de los fenómenos científicos (Amores, 2014). En el ámbito de las prácticas de laboratorio, esta evaluación adquiere especial relevancia, ya que permite capturar no solo los conocimientos teóricos, sino también las habilidades procedimentales y actitudinales que los estudiantes desarrollan durante la experimentación. Sin embargo, en la práctica, se observa que este enfoque evaluativo suele ser poco utilizado por los docentes, lo que limita la capacidad para medir efectivamente el aprendizaje significativo de los estudiantes. Esta falta de implementación obstaculiza la identificación y valoración de los avances conceptuales y procedimentales que los estudiantes experimentan a lo largo de su formación, afectando la profundidad y la calidad del aprendizaje adquirido. A continuación, se muestran los instrumentos más utilizados en evaluación cualitativa en la tabla 1.

Tabla 1
Instrumentos de evaluación cualitativa

Instrumento	Descripción	Objetivo	Autores
Entrevistas	Técnica oral o escrita para explorar percepciones y comprensión de conceptos científicos.	Evaluar reflexión, análisis y conexión de conceptos. Identificar concepciones erróneas.	Amores (2014); Flores-Espejo (2018)
Mapas Conceptuales	Herramienta gráfica para organizar y relacionar conceptos científicos.	Evaluar comprensión profunda y relaciones entre conocimientos previos y nuevos.	Mitre et al. (2016); Maraza-Vilcanqui et al. (2022)
Observación Participante	Registro de comportamiento e interacciones durante prácticas de laboratorio.	Capturar aplicación de conceptos teóricos en contextos prácticos.	Vargas (2019); Salazar (2018)
Análisis de Portafolios	Colección de trabajos y reflexiones que evidencian el progreso del estudiante.	Evaluar desarrollo de habilidades y promover la reflexión sobre el aprendizaje.	Contreras (2018); Barbosa et al. (2021)
Rúbricas Cualitativas	Describe niveles de desempeño en aspectos específicos del aprendizaje.	Proporcionar criterios claros para evaluar la calidad del aprendizaje significativo.	Rondan (2020); Maraza-Vilcanqui et al. (2022)

Nota. La tabla organiza los principales hallazgos cualitativos de evaluación del aprendizaje significativo.

La Tabla 1 muestra que los instrumentos de evaluación cualitativa más relevantes, según el análisis documental, son las entrevistas, los mapas conceptuales, la observación participante, el análisis de portafolios y las rúbricas cualitativas. Estos instrumentos destacan por su capacidad para evaluar no solo la adquisición de conocimientos, sino también la comprensión profunda, la aplicación práctica y las actitudes de los estudiantes en ciencias naturales y prácticas de laboratorio. Su uso recurrente en la literatura revisada confirma su eficacia para medir el aprendizaje significativo, promoviendo un enfoque educativo integral que va más allá de la memorización y fomenta la reflexión, la metacognición y la transferencia de conocimientos a contextos reales (Salazar, 2018).

En síntesis, la evaluación cualitativa se fundamenta en el juicio crítico respecto a los valores, actitudes y competencias que los estudiantes desarrollan durante su proceso de aprendizaje. Para evaluar estas dimensiones, es esencial utilizar instrumentos que permitan recopilar información relevante y profunda, lo que contribuye a un impacto positivo en el aprendizaje significativo. Este enfoque va más allá de la mera adquisición de conocimientos, promoviendo un desarrollo integral del estudiante en contextos educativos, especialmente en prácticas de laboratorio y laboratorios no convencionales (Barbosa et al.,

2021). En este sentido, la evaluación cualitativa se alinea con el enfoque epistemológico interpretativo, que busca comprender cómo los estudiantes construyen significado a partir de sus experiencias y conocimientos previos (Sampieri et al, 2018).

3.4.1. *La Entrevista como Instrumento de Evaluación del Aprendizaje Significativo.*

La entrevista, como instrumento cualitativo, se ha consolidado como una herramienta poderosa para explorar el aprendizaje significativo, especialmente en el ámbito de las ciencias naturales. Esta técnica permite obtener información en profundidad sobre las experiencias, percepciones y actitudes de los estudiantes, aspectos cruciales para entender cómo interiorizan los conceptos científicos y los aplican en contextos reales (Norambuena, 2013). En el contexto de las prácticas de laboratorio, las entrevistas son particularmente útiles para evaluar cómo los estudiantes conectan los fenómenos observados con los conceptos teóricos, lo que es fundamental para fomentar un aprendizaje profundo y duradero (Alt et al., 2022).

Amores (2014) destaca que las entrevistas, ya sean orales o escritas, fomentan una mejor preparación en los estudiantes, ya que no solo evalúan la memorización, sino también la capacidad de reflexión, análisis y articulación del conocimiento adquirido. Andueza (2015) añade que las entrevistas escritas o las pruebas con preguntas abiertas son especialmente efectivas para detectar el aprendizaje profundo, ya que obligan a los estudiantes a procesar, reorganizar y conectar la información de manera significativa. Este proceso de internalización es clave para la asimilación de conceptos científicos, especialmente en prácticas de laboratorio, donde los estudiantes deben relacionar sus conocimientos previos con las experiencias prácticas (Piza et al., 2019).

Conjuntamente, Flores-Espejo (2018) resalta que las entrevistas facilitan la formulación de juicios de valor basados en la información recopilada antes, durante y después del proceso de aprendizaje. Esto no solo permite identificar los conocimientos que los estudiantes manejan con precisión, sino también revelar posibles concepciones erróneas, lo que es crucial para ajustar y mejorar las estrategias pedagógicas. En adición, Landau et al. (2014) enfatizan que las entrevistas deben incluir reactivos que exploren los conocimientos previos, las percepciones y las conexiones que los estudiantes establecen entre las prácticas de laboratorio y sus experiencias cotidianas. Este enfoque se alinea con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1976), que subraya la importancia de activar los conocimientos previos para facilitar la asimilación de nueva información.

Sin embargo, la implementación de entrevistas no está exenta de desafíos. Alshenqeeti (2014) señala que la subjetividad en la interpretación de las respuestas y factores como el nerviosismo o el sesgo del evaluador pueden afectar la validez de los datos recopilados. Para mitigar estos riesgos, es fundamental capacitar a los entrevistadores y utilizar guías estructuradas que aseguren la consistencia en la recopilación y análisis de la información (Piza et al., 2019). Además, como sugiere Creswell (2014), la triangulación de datos con otros instrumentos cualitativos, como la observación participante o el análisis de portafolios, puede aumentar la confiabilidad y validez de los resultados.

3.4.2. *El Mapa Conceptual como Instrumento de Evaluación del Aprendizaje Significativo.*

El mapa conceptual se ha consolidado como una herramienta fundamental para promover el aprendizaje significativo, fomentando tanto la autonomía individual como el compromiso colectivo de los estudiantes (Mitre et al., 2016). Sin embargo, su efectividad depende en gran medida de la claridad en las instrucciones y la metodología empleada, ya que una guía poco precisa puede resultar en mapas desorganizados que no reflejan adecuadamente el aprendizaje significativo (Moreira y Monteiro, 2020). Además, la ausencia

de una metodología estandarizada para la clasificación y evaluación de mapas conceptuales ha llevado a que cada investigador desarrolle su propio enfoque, lo que limita la comparabilidad y generalización de los resultados (Kruchelski et al., 2018). A pesar de estos desafíos, el mapa conceptual sigue siendo una herramienta valiosa para evaluar la comprensión profunda de los estudiantes, especialmente en el contexto de las prácticas de laboratorio convencionales y no convencionales.

Proceso de Elaboración de Mapas Conceptuales.

Para garantizar que los mapas conceptuales sean efectivos como instrumentos de evaluación, es esencial seguir un proceso estructurado. En primer lugar, cada estudiante debe analizar de manera individual la temática, práctica o experiencia de aprendizaje, identificando los conceptos clave relacionados con fenómenos, principios o leyes científicas (Mitre et al., 2016). Durante esta fase, es crucial que los estudiantes relacionen estos conceptos con sus conocimientos previos, ya que esta conexión es la base del aprendizaje significativo (Ausubel, 1976). Posteriormente, se elabora una síntesis individual que recopile un mínimo de 10 conceptos claves y establezca las relaciones principales entre ellos, asegurando una organización jerárquica y coherente (Maraza-Vilcanqui et al., 2022). Esta síntesis no solo facilita la estructuración del mapa conceptual, sino que también promueve la reflexión y el análisis crítico por parte del estudiante.

Una vez elaboradas las síntesis individuales, los estudiantes se reúnen en equipos para discutir y contrastar sus perspectivas. Durante estas sesiones colaborativas, cada miembro del equipo comparte su interpretación de los conceptos y sus interrelaciones, lo que enriquece la comprensión colectiva y fomenta el aprendizaje colaborativo (Arango, 2014). Este proceso no solo refuerza los conocimientos individuales, sino que también permite identificar y corregir posibles errores conceptuales, lo que es especialmente relevante en prácticas de laboratorio, donde la aplicación de conceptos teóricos a situaciones prácticas es fundamental.

3.4.3. Evaluación de Mapas Conceptuales.

A pesar de su potencial, la evaluación de mapas conceptuales enfrenta desafíos significativos debido a la falta de criterios estandarizados. Maraza-Vilcanqui et al. (2022) proponen una escala de valoración que incluye dimensiones como la jerarquización, la claridad de las ideas y la inclusión de conceptos importantes (ver Tabla 2). Esta herramienta, aunque no elimina por completo la subjetividad, proporciona un marco más objetivo para evaluar la calidad de los mapas conceptuales. Además, la integración de rúbricas cualitativas, como sugiere Rondan (2020), puede mejorar la precisión en la evaluación, permitiendo valorar aspectos como la coherencia, la profundidad de las conexiones y la relevancia de los conceptos incluidos.

En el contexto de las prácticas de laboratorio, los mapas conceptuales son especialmente útiles para evaluar cómo los estudiantes integran los conocimientos teóricos con las experiencias prácticas. Por ejemplo, en una práctica de química, los estudiantes pueden utilizar un mapa conceptual para relacionar conceptos como "reacción química", "cinética" y "equilibrio químico" con los fenómenos observados en el laboratorio. Esta capacidad de conectar teoría y práctica es un indicador clave del aprendizaje significativo, ya que demuestra que los estudiantes no solo han memorizado los conceptos, sino que también comprenden su aplicación en contextos reales (Novak, 2010).

Por otro lado, aunque los mapas conceptuales son una herramienta poderosa, su implementación requiere una planificación cuidadosa y una guía clara por parte del docente. La falta de instrucciones precisas puede resultar en mapas desorganizados que no reflejan adecuadamente el aprendizaje

significativo (Moreira y Monteiro, 2020). Además, la subjetividad en la evaluación sigue siendo un desafío, especialmente cuando no se utilizan rúbricas estandarizadas o procesos de triangulación para validar los resultados (Kruchelski et al., 2018). Para superar estas limitaciones, es fundamental capacitar a los docentes en el uso de mapas conceptuales y promover la adopción de metodologías estandarizadas que permitan una evaluación más objetiva y confiable.

Ya elaborado el mapa conceptual, Maraza-Vilcanqui et al.(2022) menciona que como no existe una escala de valoración para mapas conceptuales propone una que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Instrumento para evaluar el mapa conceptual

Dimensiones	Indicadores
Conocimientos previos	Se evidencia el uso de los conocimientos previos.
Jerarquización	Establece relaciones jerárquicas entre los conceptos.
Idea central	Define correctamente los conceptos y proposiciones.
Esquema	Se incluyeron todos los conceptos importantes relacionados con el tema.

Nota. Tomado y adaptado de Maraza-Vilcanqui et al. (2022).

La Tabla 2 muestra un instrumento que facilita la evaluación del mapa conceptual que propende a dar a entender la adquisición significativa del conocimiento. Asimismo, hay que entender la subjetividad en la evaluación, debido a la falta de criterios estandarizados (Boza et al., 2023).

A pesar de estas limitaciones, los mapas conceptuales son herramientas eficaces para evaluar el aprendizaje significativo cuando se emplean en combinación con estrategias pedagógicas adecuadas. La integración de rúbricas estandarizadas, como sugiere Rondan (2020), puede mejorar la objetividad en la evaluación, permitiendo valorar aspectos como la claridad, la jerarquización y la precisión de las conexiones entre conceptos.

3.5. Evaluación Cuantitativa del Aprendizaje Significativo.

El aprendizaje significativo, por su naturaleza compleja y multidimensional, representa un desafío para su evaluación mediante instrumentos cuantitativos, ya que estos tienden a enfocarse en resultados medibles y específicos, en lugar de capturar la integración y apropiación profunda del conocimiento (Novak, 2010). Sin embargo, en el contexto de las prácticas de laboratorio y laboratorios no convencionales, los enfoques cuantitativos pueden complementar las evaluaciones cualitativas al proporcionar datos robustos y objetivos que permiten la toma de decisiones informadas y la generalización de resultados a poblaciones más amplias (Amores, 2014).

Aunque la evaluación cuantitativa no siempre refleja la profundidad del aprendizaje significativo, su uso estratégico puede ofrecer insumos valiosos sobre el desempeño de los estudiantes en áreas claves, como la comprensión conceptual, la aplicación de conocimientos y la resolución de problemas.

Conjuntamente, Rodríguez (2016) destaca que una de las principales limitaciones de los instrumentos cuantitativos es su dificultad para generar evidencias robustas de aprendizaje significativo, ya que este último se enfoca en la internalización y transformación del conocimiento, aspectos que no siempre se

traducen en datos numéricos. No obstante, en el ámbito de las ciencias naturales, donde las prácticas de laboratorio requieren tanto habilidades procedimentales como conceptuales, los enfoques cuantitativos pueden ser útiles para medir aspectos específicos del aprendizaje, como la precisión en la ejecución de experimentos, la capacidad para interpretar datos y la aplicación de teorías en contextos prácticos (Nabor et al., 2018). Por ejemplo, pruebas estandarizadas o cuestionarios de opción múltiple pueden evaluar la retención de conceptos clave, mientras que herramientas basadas en la web 2.0, como simulaciones interactivas o plataformas de evaluación en línea, permiten analizar la capacidad de los estudiantes para resolver problemas científicos en entornos virtuales.

A continuación, en la Tabla 3 se presentan algunas técnicas e instrumentos cuantitativos que pueden ser usados en la evaluación del aprendizaje significativo.

Tabla 3

Técnicas e instrumentos de evaluación cuantitativa

Técnica	Instrumento
Encuestas	Cuestionarios estructurados con escalas tipo Likert.
Pruebas estandarizadas	Test de selección múltiple, pruebas de opción múltiple.
Experimentos controlados	Fichas de recolección de datos, rúbricas para evaluación.
Evaluaciones diagnósticas	Cuestionarios iniciales, mapas conceptuales pre-diseñados.
Evaluaciones formativas	Instrumentos de seguimiento continuo.
Evaluaciones sumativas	Exámenes finales, rúbricas detalladas.
Escalas de actitudes	Cuestionarios psicométricos validados.
Comparación de resultados	Tablas de calificaciones, análisis de tendencias.

Nota. La tabla muestra los principales instrumentos usados para medir el aprendizaje significativo de manera cuantitativa.

La Tabla 3 muestra como la evaluación del aprendizaje significativo en ciencias naturales, se puede abordar con diversos instrumentos y resume los más utilizados en investigaciones con enfoque cuantitativo. Precisamente, la evaluación cuantitativa requiere una dirección integral que combine tanto aspectos teóricos como prácticos, para evaluar el aprendizaje significativo, las cuales pueden utilizarse de manera individual o combinada, dependiendo de los objetivos de aprendizaje. En este sentido, Guachilema et al. (2021) destacan que las evaluaciones cuantitativas deben abarcar no solo el conocimiento teórico, sino también las competencias prácticas y actitudinales de los estudiantes, ya que estas dimensiones son fundamentales para el desarrollo de habilidades científicas y la aplicación del conocimiento en contextos reales.

Específicamente, desde las prácticas de laboratorio, estas representan un escenario ideal para evaluar el aprendizaje significativo, ya que permiten a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas, fomentando la integración de conocimientos y el desarrollo de habilidades procedimentales. En este contexto, las evaluaciones cuantitativas pueden centrarse en variables específicas, como la cantidad de hipótesis formuladas correctamente, la precisión en la recolección y análisis de datos, y la adecuada implementación de los métodos científicos (López et al., 2024). Estas métricas proporcionan una base

objetiva para medir el desempeño de los estudiantes, lo que facilita la identificación de áreas de mejora y la toma de decisiones informadas en el proceso educativo.

Por ejemplo, en una práctica de laboratorio de química, una evaluación cuantitativa podría medir la exactitud con la que los estudiantes preparan soluciones, registran datos experimentales y analizan resultados. Estas métricas no solo reflejan la competencia técnica de los estudiantes, sino también su capacidad para seguir protocolos científicos y aplicar conceptos teóricos en la práctica. Sin embargo, es importante reconocer que, aunque las evaluaciones cuantitativas ofrecen datos objetivos, pueden no capturar completamente las conexiones conceptuales más profundas y significativas que los estudiantes establecen durante el proceso de aprendizaje (Rodríguez, 2016).

3.5.1. Instrumentos Cuantitativos con Mayor Relevancia en el Análisis Documental

En el análisis documental realizado para este artículo, se identificaron varios instrumentos cuantitativos que son ampliamente utilizados en la evaluación del aprendizaje significativo en prácticas de laboratorio. Entre estos, destacan:

- **Pruebas de Desempeño:** Estas pruebas evalúan la capacidad de los estudiantes para realizar tareas específicas, como la manipulación de equipos de laboratorio, la ejecución de experimentos y la interpretación de resultados. López et al. (2024) resaltan que estas pruebas son especialmente útiles para medir habilidades procedimentales y la aplicación de métodos científicos.
- **Rúbricas Cuantitativas:** Las rúbricas con escalas numéricas permiten evaluar aspectos como la precisión en la recolección de datos, la claridad en la presentación de resultados y la capacidad para formular conclusiones válidas. Estas herramientas proporcionan criterios claros y objetivos para la evaluación, lo que facilita la comparación del desempeño entre estudiantes (Pacheco, 2015).
- **Plataformas de Evaluación en Línea:** Las herramientas basadas en la web 2.0, como simulaciones interactivas y cuestionarios en línea, ofrecen oportunidades innovadoras para evaluar el aprendizaje significativo. Estas plataformas pueden rastrear el progreso de los estudiantes en tiempo real, proporcionando retroalimentación inmediata y métricas cuantitativas que reflejan su comprensión conceptual y habilidad para resolver problemas (Nabor et al., 2018).
- **Cuestionarios de Opción Múltiple:** Aunque tradicionalmente asociados con la evaluación de conocimientos teóricos, los cuestionarios de opción múltiple pueden adaptarse para evaluar la comprensión de conceptos científicos y su aplicación en contextos prácticos. Por ejemplo, pueden incluir preguntas que requieran la interpretación de datos experimentales o la selección de métodos adecuados para resolver problemas científicos (Amores, 2014).
- **El cuestionario tipo Likert:** El cuestionario tipo Likert se emplea con frecuencia como herramienta para evaluar el aprendizaje significativo, ya que permite recopilar información de manera estructurada y con resultados medibles. En el ámbito de las ciencias naturales, esta metodología facilita el análisis de las percepciones, actitudes y niveles de comprensión conceptual de los estudiantes, contribuyendo a identificar patrones en los procesos de aprendizaje (Prieto, 2019). En primera medida, hay que generar las dimensiones que componen al aprendizaje significativo para poder generar los ítems o reactivos que llevará el instrumento. A continuación, en la tabla 4 se presentan las dimensiones del aprendizaje significativo desde lo postulado por varios autores en la revisión documental.

Tabla 4

Dimensiones del aprendizaje significativo propuestas por diversos autores

Autor	Dimensiones que propone
(Quilla, 2021)	Experiencias previas, nivel de nuevos conocimientos adquiridos, nivel de relación entre experiencias previas y nuevos conocimientos.
(Flores-Espejo, 2018)	Estructura cognitiva, retención de significados, actitud de aprendizaje, resolución de problemas, contexto potencialmente significativo.
(Carranza & Caldera, 2018)	Motivación, comprensión, funcionalidad, relación con la vida real.
(Chunga et al., 2020)	Predisposición hacia el aprendizaje, estructuración de la materia, materiales potencialmente significativos, naturaleza de premio y castigo.
(Dávila, 2022)	Conocimientos existentes, conocimientos nuevos, relación entre conocimientos existentes y nuevos.
(Urbina, 2020)	Experiencias previas, nuevos conocimientos, relación entre nuevos conceptos y antiguos conocimientos.
(Rondan, 2020)	Saberes previos, reestructuración de la información con la información nueva, material didáctico.
(Palomino, 2018)	Conocimientos previos, motivación, material didáctico.
(Vargas, 2019)	Saberes previos, relación entre conceptos y fenómenos.

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 4 se puede evidenciar que varios autores coinciden en algunas dimensiones del aprendizaje significativo dando como relevantes, la motivación, los conceptos previos, materiales didácticos potencialmente significativos, la relación de conceptos previos y nuevos y la resolución de problemas. A partir de estas dimensiones, se puede construir un cuestionario tipo Likert para recopilar datos cuantitativos que pueden analizarse estadísticamente, lo que permite realizar comparaciones entre grupos de estudiantes, instituciones o enfoques pedagógicos. Sin embargo, su efectividad depende de un diseño riguroso y bien fundamentado de los ítems, que deben ser validados por juicio de expertos y con estadígrafos específicos (Amores, 2014). Asimismo, deben estar alineados a los objetivos específicos de aprendizaje y al contexto educativo (Landau et al., 2014). Por ejemplo, en ciencias naturales, los ítems pueden estar diseñados para evaluar la comprensión de conceptos claves, la aplicación de habilidades científicas o la percepción sobre la relevancia de los contenidos en la vida cotidiana y la resolución de problemas contextualizados de interés de los educandos. Posteriormente, se construye la escala tipo Likert, generalmente compuesta por enunciados con tres o cinco opciones de respuesta, ordenadas según niveles de acuerdo o frecuencia escogida por el investigador (Matas, 2018). Se recomienda hacer una prueba piloto para validar el instrumento, lo que permite con los datos obtenidos realizar un análisis de componentes principales que permita asignar un peso específico a cada dimensión respecto a la varianza de cada dimensión o quitar la que tenga una varianza despreciable, dándole mayor robustez al instrumento y posibilitando la construcción de un índice de aprendizaje significativo o similar según objetivo del investigador.

En síntesis, la mayoría de los estudios revisados resaltan el uso predominante de instrumentos cuantitativos para evaluar el aprendizaje significativo, destacándolos como esenciales en el ámbito educativo. Estos instrumentos son ampliamente empleados en procesos como exámenes de ingreso a universidades, evaluaciones de desempeño profesional y análisis de calidad educativa, debido a su capacidad para generar datos objetivos, estandarizados y comparables (Rubio & García, 2018). Asimismo, Sánchez (2012) subraya que herramientas como los exámenes de opción múltiple son eficaces para evaluar de forma masiva, midiendo conocimientos específicos y habilidades básicas con eficiencia. Este enfoque estructurado es particularmente valioso para identificar tendencias a gran escala y realizar comparaciones entre instituciones o grupos estudiantiles (Capilla, 2016).

No obstante, estos instrumentos enfrentan limitaciones significativas al intentar medir aspectos más profundos del aprendizaje, como la integración, transferencia y aplicación del conocimiento, que son fundamentales en el aprendizaje significativo (Villacorta, 2020). Este tipo de aprendizaje no solo requiere la memorización de hechos, sino también la capacidad de vincular conceptos previos con contextos nuevos de manera innovadora, algo que los métodos cuantitativos tradicionales rara vez logran evaluar con precisión (Farida et al., 2024).

Por otra parte, Norambuena (2013) destaca que la rigidez de los enfoques cuantitativos dificulta captar los procesos dinámicos y contextuales característicos del aprendizaje significativo. Por ejemplo, aunque una prueba estandarizada puede medir la capacidad de recordar fórmulas matemáticas, no proporciona información sobre cómo un estudiante podría aplicar estas fórmulas en contextos novedosos o situaciones complejas, lo que pone en evidencia la necesidad de métodos más integrales y adaptativos.

3.6. Enfoques Mixtos para la Evaluación del Aprendizaje Significativo: Análisis de Casos y Experiencias Exitosas:

La revisión de la literatura sugiere que, si bien los métodos cuantitativos ofrecen una visión estructurada y estandarizada de los resultados del aprendizaje, la inclusión de métodos cualitativos en un modelo mixto amplía la comprensión al captar elementos complejos como la integración de conceptos y la aplicación de conocimientos en contextos reales (Añapa et al., 2024). En el ámbito de las ciencias naturales, donde el aprendizaje se enriquece con experiencias prácticas, el enfoque mixto es particularmente relevante, ya que permite evaluar no solo el conocimiento teórico, sino también las competencias procedimentales y actitudinales de los estudiantes. A continuación, se analizan casos y experiencias exitosas que ilustran la efectividad de los enfoques mixtos en la evaluación del aprendizaje significativo.

Caso 1: Simulaciones digitales y observaciones directas.

Un ejemplo destacado de la aplicación de enfoques mixtos es el uso de simulaciones digitales combinadas con observaciones directas en prácticas de laboratorio. Ligabo et al., (2023) documentaron una experiencia en la que los estudiantes utilizaron simulaciones interactivas para realizar experimentos virtuales, lo que permitió evaluar su capacidad para formular hipótesis, manipular variables y analizar datos. Estas simulaciones generaron métricas cuantitativas, como la precisión en la recolección de datos y el tiempo de respuesta, que se complementaron con observaciones cualitativas realizadas por los docentes durante las sesiones prácticas. Este enfoque no solo proporcionó una evaluación integral del desempeño de los estudiantes, sino que también permitió identificar áreas de mejora en la comprensión conceptual y la aplicación de métodos científicos.

Caso 2: Cuestionarios tipo Likert y entrevistas semiestructuradas

Otra experiencia exitosa fue implementada por Carranza (2017) quien combinó cuestionarios tipo Likert con entrevistas semiestructuradas para evaluar el aprendizaje significativo en un curso de biología. Los cuestionarios midieron la percepción de los estudiantes sobre su comprensión de conceptos clave, mientras que las entrevistas exploraron en profundidad cómo aplicaban estos conceptos en contextos prácticos, como la identificación de especies en un ecosistema local. Esta combinación de métodos permitió capturar no solo los niveles de conocimiento teórico, sino también la capacidad de los estudiantes para transferir y aplicar sus aprendizajes en situaciones reales. Los resultados mostraron que los estudiantes que obtuvieron puntajes altos en los cuestionarios también demostraron una mayor capacidad para articular conexiones conceptuales durante las entrevistas, lo que refuerza la importancia de integrar enfoques cuantitativos y cualitativos.

Caso 3: Rúbricas integradas y portafolios digitales.

Parra et al., (2022) propusieron el uso de rúbricas integradas que combinan métricas estandarizadas con observaciones cualitativas para evaluar el aprendizaje significativo en prácticas de laboratorio de química. En este caso, los docentes utilizaron rúbricas para calificar aspectos cuantitativos, como la precisión en la medición de reactivos y la claridad en la presentación de resultados, mientras que las observaciones cualitativas se centraron en la capacidad de los estudiantes para trabajar en equipo, resolver problemas y reflexionar sobre su proceso de aprendizaje. Además, se implementaron portafolios digitales donde los estudiantes documentaron sus experiencias prácticas, incluyendo reflexiones personales y evidencias de su progreso. Este enfoque no solo fomentó una evaluación más equitativa y significativa, sino que también promovió la metacognición y el aprendizaje autónomo.

Caso 4: Plataformas interactivas y formación docente

Villacorta (2020) destaca la importancia de la formación continua de los docentes en el uso de tecnologías educativas y herramientas de evaluación mixta. En una experiencia realizada en un curso de física, se implementaron talleres para capacitar a los docentes en el diseño de instrumentos mixtos y la incorporación de plataformas interactivas. Estas plataformas permitieron recoger datos cuantitativos, como el tiempo dedicado a cada actividad y el porcentaje de respuestas correctas, junto con narrativas cualitativas, como las reflexiones de los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje. Los resultados mostraron que los docentes capacitados fueron más efectivos en la implementación de enfoques mixtos, lo que se tradujo en una mayor participación y rendimiento de los estudiantes.

Tabla 5

Instrumentos Mixtos para la Evaluación del Aprendizaje Significativo

Instrumento	Componente Cuantitativo	Componente Cualitativo	Aplicación en Ciencias Naturales
Simulaciones Digitales	Métricas de precisión, tiempo de respuesta y análisis de datos.	Observaciones directas sobre la capacidad de resolución de problemas y trabajo en equipo.	Evaluación de competencias procedimentales en experimentos virtuales (Ligabo et al., 2023).
Cuestionarios Likert	Escalas numéricas que miden la percepción de comprensión y aplicación de conceptos.	Entrevistas semiestructuradas para explorar conexiones conceptuales y aplicaciones prácticas.	Evaluación de la transferencia de conocimientos en biología (Carranza, 2017).
Rúbricas Integradas	Puntajes estandarizados en precisión, claridad y presentación de resultados.	Observaciones cualitativas sobre trabajo en equipo, resolución de problemas y reflexión.	Evaluación de prácticas de laboratorio en química (Parra et al., 2022).
Plataformas Interactivas	Datos cuantitativos sobre tiempo dedicado y porcentaje de respuestas correctas.	Narrativas cualitativas y reflexiones de los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje.	Evaluación del aprendizaje en física mediante plataformas digitales (Villacorta, 2020).

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 5 presenta una selección de instrumentos mixtos que combinan componentes cuantitativos y cualitativos para evaluar el aprendizaje significativo en ciencias naturales. Cada instrumento se describe en términos de su enfoque cuantitativo, su enfoque cualitativo y su aplicación específica en el ámbito de las ciencias naturales.

De la misma manera, Añapa et al. (2024) sostiene que el uso de enfoques mixtos, ha sido defendido por varios autores como una forma de superar las limitaciones de los métodos cuantitativos y cualitativos, debido a que este enfoque permite capturar tanto la profundidad del aprendizaje significativo como proporcionar datos estandarizados y comparables a gran escala.

4. Conclusiones

- La evaluación del aprendizaje significativo en ciencias naturales requiere la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos. Mientras los enfoques cuantitativos proporcionan datos objetivos y comparables, los cualitativos capturan la profundidad del aprendizaje, como la integración de conceptos y la aplicación en contextos reales. Esta integración permite una evaluación más completa y significativa (Añapa et al., 2024; Carranza, 2017).
- Las prácticas de laboratorio son espacios clave para fomentar el aprendizaje significativo, ya que permiten a los estudiantes conectar la teoría con la práctica. Herramientas como simulaciones digitales, mapas conceptuales y rúbricas integradas son especialmente útiles para evaluar tanto las habilidades procedimentales como la comprensión conceptual (Ligabo et al., 2023; Parra et al., 2022).
- La activación de los conocimientos previos es fundamental para facilitar el aprendizaje significativo. Instrumentos como las entrevistas y los mapas conceptuales permiten identificar y construir sobre estos conocimientos, lo que mejora la asimilación de nuevos conceptos científicos (Moreira, 2020; Landau et al., 2014).
- La capacitación de los docentes en el uso de herramientas de evaluación mixta, como plataformas interactivas y rúbricas integradas, es esencial para maximizar su impacto en el aprendizaje significativo. Los docentes deben estar preparados para diseñar e implementar instrumentos que combinen métricas cuantitativas con observaciones cualitativas (Villacorta, 2020).
- Aunque los enfoques mixtos ofrecen una evaluación más integral, su implementación enfrenta desafíos, como la subjetividad en la interpretación de datos cualitativos y la necesidad de estandarización en la evaluación de instrumentos como los mapas conceptuales. Sin embargo, estos desafíos representan oportunidades para innovar en el diseño de herramientas y metodologías de evaluación (Kruchelski et al., 2018; Alshenqeeti, 2014).

5. Recomendaciones para Maestros

- Se recomienda a los maestros utilizar instrumentos que combinen enfoques cuantitativos y cualitativos, como rúbricas integradas, simulaciones digitales y entrevistas semiestructuradas. Por ejemplo, en una práctica de laboratorio de química, se puede emplear una rúbrica que evalúe la precisión en la medición de reactivos (cuantitativo) junto con observaciones sobre la capacidad de los estudiantes para trabajar en equipo y reflexionar sobre su proceso (cualitativo). Esto permitirá una evaluación más equilibrada y significativa (Parra et al., 2022; Carranza, 2017).
- Los maestros deben promover estrategias que fomenten la metacognición y la autoevaluación entre los estudiantes. Por ejemplo, se pueden implementar portafolios digitales donde los estudiantes documenten sus experiencias prácticas, incluyendo reflexiones personales y evidencias de su progreso. Esto no solo mejora la comprensión de los conceptos científicos, sino que también desarrolla habilidades de pensamiento crítico y autogestión del aprendizaje (Villacorta, 2020; Barbosa et al., 2021).
- Los maestros pueden emplear mapas conceptuales no solo como una actividad de aprendizaje, sino también como una herramienta de evaluación formativa. Por ejemplo, al inicio de una unidad sobre ecosistemas, los estudiantes pueden crear un mapa conceptual que refleje sus conocimientos previos sobre el tema. A medida que avanza la unidad, los estudiantes pueden actualizar y expandir sus mapas, añadiendo nuevos conceptos y relaciones. Al final, el maestro puede evaluar tanto la evolución del mapa como la profundidad de las conexiones establecidas, lo que proporciona una visión clara del progreso en el aprendizaje significativo (Mitre et al., 2016; Maraza-Vilcanqui et al., 2022).
-

6. Contribución de autores

Autor único: conceptualización, metodología, investigación, curación de datos, análisis formal, redacción del borrador original, revisión y edición, visualización, supervisión y administración del proyecto. El autor declara haber participado integralmente en todas las etapas del desarrollo del manuscrito y aprueba la versión final para su publicación.

7. Declaración de fuentes de financiación

Este estudio no recibió apoyo financiero de ninguna institución ni agencia de financiación.

8. Declaración de uso de inteligencia artificial

Se utilizó ChatGPT (OpenAI, modelos GPT-4.1 y GPT-5.5, entre 2025 y 2026) exclusivamente como herramienta de apoyo académico y técnico en actividades relacionadas con la organización de información, revisión de estilo académico, estructuración metodológica, normalización de referencias bibliográficas y asistencia en procesos de sistematización documental vinculados a la investigación. Todas las salidas generadas mediante inteligencia artificial fueron revisadas, contrastadas, corregidas y validadas críticamente por el investigador antes de su incorporación al documento final. No se introdujeron datos personales sensibles ni información confidencial en la plataforma, asumiendo la total responsabilidad por su contenido.

9. Declaración de conflicto de intereses

El autor declara que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con la publicación de este artículo.

10. Referencias

- Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas. México.
- Alt, D., Raichel, N., & Naamati-Schneider, L. (2022). Higher Education Students' Reflective Journal Writing and Lifelong Learning Skills: Insights From an Exploratory Sequential Study. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.707168>
- Amores Guevara, P. del R. (2014). *Diseño de un sistema de evaluación cuantitativa y cualitativa en el aprendizaje significativo de los niños de Educación Básica* [Master's Thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato]. <https://repositorio.puce.edu.ec/bitstreams/10ad7828-9f5f-4184-80ae-17b645ad2550/download>
- Andueza Correa, A. (2015). La escritura como herramienta de aprendizaje significativo: Un cuasiexperimento en la clase de ciencias. *Revista Complutense de Educación*, 27(2), 653-668. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n2.46918
- Añapa Pianchiche Martha, Inés, P. C. M., & Isaac, R. M. (2024). Estrategia metodológica de evaluación para potenciar el aprendizaje significativo en los estudiantes de quinto año de la EGB. *Sinergia Académica*, 7(Especial 6), Article Especial 6. <https://doi.org/10.51736/g2eewf84>
- Arango Gómez, R. O. (2014). *Los organizadores gráficos: Un aprendizaje significativo desde una perspectiva constructivista como propuesta didáctica para la enseñanza de los conceptos de la química abordados en la educación media secundaria* [tesis de Maestría, universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51891>
- Barbosa Marin, G. R., Vinholi Júnior, A. J., Barbosa Marin, G. R., & Vinholi Júnior, A. J. (2021). Evaluación del aprendizaje significativo en una secuencia didáctica sobre los contenidos del sistema sanguíneo. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 20(42), 367-387. <https://doi.org/10.21703/rexe.20212042barbosa21>
- Boza, C. N., Martínez-Mínguez, L., & Prados, L. M. (2023). Possibilities and limitations of formative assessment in Projects Oriented Learning. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 18(55), 105-131. Scopus. <https://doi.org/10.12800/CCD.V18I55.1939>
- Capilla, R. M. (2016). Habilidades cognitivas y aprendizaje significativo de la adición y sustracción de fracciones comunes. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 7(2), 49-62. <https://doi.org/10.18861/cied.2016.7.2.2610>

- Carranza Alcántar, M. D. R., & Caldera Montes, J. F. (2018). Percepción de los Estudiantes sobre el Aprendizaje Significativo y Estrategias de Enseñanza en el Blended Learning. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 16.1(2018). <https://doi.org/10.15366/reice2018.16.1.005>
- Carranza Alcántar, M. del R. (2017). Enseñanza y aprendizaje significativo en una modalidad mixta: Percepciones de docentes y estudiantes. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 8(15), 898-922. <https://doi.org/10.23913/ride.v8i15.326>
- Chunga Pingo, G. E., Cerna Muñoz, C. A., Ubillús Reyes, J. C., & Espinoza Polo, F. A. (2020). Teoría de la instrucción de Bruner y su incidencia en el aprendizaje significativo de los estudiantes del doctorado en educación. *Diálogo*, 43, 51-62. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8833238>
- Contreras Oré, F. A. (2018). Reflexiones para una evaluación constructivista. *Horizonte de la Ciencia*, 8(14), 87-99. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2018.14.427>
- Dávila Morán, R. C. (2022). Uso de la plataforma Moodle y el aprendizaje significativo en estudiantes de la carrera de ingeniería industrial de una universidad privada de Huancayo. *Conrado*, 18(87), 100-107. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1990-86442022000400100&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Farida, F., Alamsyah, Y. A., Anggoro, B. S., Andari, T., & Lusiana, R. (2024). Rasch Measurement Validation of an Assessment Tool for Measuring Students' Creative Problem-Solving through the Use of ICT. Pixel-Bit, *Revista de Medios y Educacion*, 71, 83-106. Scopus. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.107973>
- Flores, J. (2018). Evaluación del aprendizaje significativo con criterios ausbelianos prácticos. *Investigación y postgrado*, 33(2), 8-8. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6736282>
- Flores-Espejo, J. L. (2018). Evaluación del aprendizaje significativo con criterios ausubelianos prácticos. un aporte desde la enseñanza de la bioquímica. *investigación y postgrado*, 33(2), Article 2. <https://doi.org/10.56219/investigacinypostgrado.v33i2.2803>
- Fong-Silva, W., Curiel-Gómez, R., & Brito-Carrillo, C. (2017). Aprendizaje significativo y su relación con la motivación intrínseca, escuela de procedencia y estrategias cognitivas en estudiantes de ingeniería. *IPSA Scientia, revista científica multidisciplinaria*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.25214/27114406.909>
- Guachilema, M. D. C., Chero, M. J. S., Rojas, J. A. R., Pacheco, M. V. B., Zambrano, W. G. V., & García, D. P. (2021). Modelo de estrategias de enseñanza para fortalecer el aprendizaje significativo en Ciencias Naturales. *Savez Editorial*. <https://doi.org/10.53887/se.vi.35>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2022). *Metodología de la investigación* (7ª ed.). McGraw-Hill. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Kruchelski, S., De Moraes, A., & Lang, C. R. (2018). Concept maps in school teacher assessment. *Meta: Avaliacao*, 10(30), 579-599. Scopus. <https://doi.org/10.22347/2175-2753v10i30.1593>
- Landau, L., Ricchi, G., & Torres, N. (2014). Disoluciones: ¿Contribuye la experimentación a un aprendizaje significativo? *Educación Química*, 25(1), 21-29. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70519-1](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70519-1)
- Ligabo, M., Silva, F. C., Carvalho, A. C. da S. A., Rodrigues, D., & Rodrigues, R. C. L. B. (2023). Practical way to apply fourth-generation assessment tools integrated into creating meaningful learning experiences in biology at high school. *Evaluation and Program Planning*, 96, 102155. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2022.102155>
- Lopez, F. K., Caprile, R. H., & González, M. G. (2024). The concept of evaluation in natural science textbooks and its orientation towards learning. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, 29(2), 644-658. Scopus. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2024v29n2p644>
- Maraza-Vilcanqui, B., Zevallos-Solís, L. C., Maraza-Vilcanqui, B., & Zevallos-Solís, L. C. (2022). Los mapas conceptuales y el aprendizaje significativo en estudiantes de educación primaria. *Revista Electrónica Educare*, 26(2), 121-136. <https://doi.org/10.15359/ree.26-2.7>
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: Un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>
- Meneses, X. S., Suárez, C. A. H., & Suárez, A. A. G. (2021). Validez de instrumentos de reconocimiento y de síntesis de información para detección de aprendizajes significativos de ciencias según la teoría de ausubel

- con estudiantes de grado noveno de secundaria: *Revista Perspectivas*, 6(2), Article 2.
<https://doi.org/10.22463/25909215.3143>
- Mitre Cotta, F., Minardi Mitre Cotta, R., Saraiva Silva, L., Oliveira Campos, A. A. de, Lozada, M., Araújo Bastos, M., & Costa Machado, J. (2016). El Mapa Conceptual como herramienta de aprendizaje significativo: *Revista del CIDUI: Congreso Internacional de Docència Universitària e Innovación*, 3, 79.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9726426>
- Moreira, M. A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12). <https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?a=d&c=arti&d=jpr8290>
- Moreira, M. A. (2020). Aprendizaje Significativo: La Visión Clásica, otras Visiones e Interés. *Proyecciones*, 14, Article 14. <https://doi.org/10.24215/26185474e010>
- Nabor, O. A., Villegas, M. P. G., Covarrubias, A. C. R., Solis, A. I., Arciniega, L. A. L., & Luna, A. L. A. (2018). Uso De Aplicaciones De La Web 2.0 Para La Evaluación Del Aprendizaje Significativo. *Pistas Educativas*, 40(130), Article 130. <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/1704>
- Norambuena Moya, M. A. (2013). Una mirada a la evaluación del aprendizaje significativo: Desde la acción docente y las vivencias del estudiante. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 25, 3-21.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4414898>
- Novak, J. D. (2010). Aprender, crear y utilizar el conocimiento: Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras en escuelas y empresas. <https://doi.org/10.4324/9780203862001>
- Olivo Franco, J. L. (2021). Mapas conceptuales: Su uso para verificar el aprendizaje significativo en estudiantes de primaria. *Actualidades Investigativas en Educación*, 21(1), 252-283.
<https://doi.org/10.15517/aie.v21i1.42380>
- Ordóñez Olmedo, E., & Mohedano Sánchez, I. (2019). El aprendizaje significativo como base de las metodologías innovadoras. *Hekademos: revista educativa digital*, 26, 18-30.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?Codigo=6985274>
- Otero-Potosi, S. A., Nuñez-Silva, G. B., Valencia, C. E. S., & Castillo, D. F. P. (2023). El proceso de enseñanza en el aula desde la perspectiva del aprendizaje significativo. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 3(7), Article 7.
<https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i7.063>
- Pacheco, P. (2015). Construcción y validación de los instrumentos para la medición de la influencia de los campos emocionales en los aprendizajes significativos. *Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.37467/gka-revedu.v3.583>
- Palomino Medina, J. O. (2018). *Aprendizaje significativo y las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes del VII ciclo, en la Institución Educativa 1227-Ate 2018* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/17625>
- Parra Ocampo, P. J., Mejia Narro, E., Parra Ocampo, P. J., & Mejia Narro, E. (2022). El impacto del aprendizaje significativo en la educación del siglo XXI. *Revista Cubana de Educación Superior*, 41(3).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0257-43142022000300007&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Piza Burgos, N. D., Amaiquema Márquez, F. A., Beltrán Baquerizo, G. E., Piza Burgos, N. D., Amaiquema Márquez, F. A., & Beltrán Baquerizo, G. E. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado*, 15(70), 455-459.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1990-86442019000500455&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Prieto, G. V. B. (2019). Validación de un instrumento para evaluar actitudes en ciencias naturales escolares en educación primaria. *Bio-grafía*, 1804-1817. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/11219>
- Quilla, R. A. (2021). Aprendizaje significativo en estudiantes de educación secundaria de Juliaca. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.53595/rlo.v1.i2.014>
- Reyna, M. B., María, R. G. R., Araceli, G. C., & Salvador, H. V. J. (2018). Evaluación del aprendizaje significativo en estudiantes de educación superior, facultad de informática-uaq. 7641. <http://surl.li/xhwnhd>
- Rodríguez, W. P. (2016). Estudio de evidencias de aprendizaje significativo en un aula bajo el modelo Flipped Classroom. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 55, Article 55.
<https://doi.org/10.21556/edutec.2016.55.618>

- Rondan Zamata, F. (2020). Estrategias didácticas, desarrollo del pensamiento crítico y su incidencia en el aprendizaje significativo en estudiantes de una universidad privada, Lima 2020 [Tesis de doctorado, César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47940>
- Rubio, J. R., & García, Á. P. (2018). Estrategias de aprendizaje significativo en estudiantes de Educación Superior y su asociación con logros académicos. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)*, 19, Article 19. <https://doi.org/10.17561/reid.v0i19.3570>
- Salazar Ascencio, J. (2018). Evaluación de aprendizaje significativo y estilos de aprendizaje: Alcances, propuesta y desafíos en el aula. *Tendencias pedagógicas*, 31, 31-46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6383445>
- Sánchez, I. R. (2012). Evaluation of a Methodological Renewal for the Meaningful Learning of Physics. *Formación Universitaria*, 5(5), 51-65. Scopus. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062012000500006>
- Urbano, D. L. C., & Yerovi, H. M. M. (2018). Mejoramiento del rendimiento académico con la aplicación de estrategias metacognitivas para el aprendizaje significativo. *Revista UNIMAR*, 36(1), Article 1. <https://doi.org/10.31948/unimar.36-1.1>
- Urbina Castillo, V. (2020). Instrumentos de evaluación por competencia para el aprendizaje significativo en el IESTP Señor de Chocán de Querecotillo—2020. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60669>
- Vargas Gómez, Olga Yaneth. (2019). Aprendizaje significativo para mejorar la competencia uso comprensivo del conocimiento científico en las ciencias naturales de grado quinto de primaria [Tesis de maestría, Universidad Militar]. <http://hdl.handle.net/10654/21165>
- Villacorta Arenas, A. M. (2020). Percepción del desempeño docente y aprendizaje significativo de matemática básica en estudiantes de ingeniería, en una Universidad, 2019. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45002>
- Villacreses Veliz, E. G., Lucio Pillasagua, A. del J., & Romero Yela, C. H. (2016). Los recursos didácticos y el aprendizaje significativo en los estudiantes de bachillerato. *Sinapsis: La revista científica del ITSUP*, 2(9), 7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8280864>
- Villegas, D. J. M., & Pereira, R. E. V. (2015). Papel de los conocimientos previos en el aprendizaje de la matemática universitaria. *Acta Scientiarum. Education*, 37(1), 85. <https://doi.org/10.4025/actascieduc.v37i1.21040>