

Implicancias de la indagación científica para el aprendizaje: una revisión sistemática

Implications of scientific inquiry for learning: a systematic review

Recibido: 31/03/2025 - Aceptado: 29/06/2025

Tania Mirtha Garcia Soller

<https://orcid.org/0000-0002-6106-8936>

tgarciaso@ucvvirtual.edu.pe

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Rony Guillermo Prada Hernández

<https://orcid.org/0000-0001-9813-3861>

Rony.prada@upsjb.edu.pe

Universidad Privada San Juan Bautista. Ica, Perú

Marilia Ysabel Florez Cueva

<https://orcid.org/0000-0002-6082-0882>

mflorezcu12@ucvvirtual.edu.pe

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

César Iván Torres Sotelo

<https://orcid.org/0000-0003-0880-7602>

cesar.sotelo@movistar.pe

Universidad Privada San Juan Bautista. Ica, Perú

Resumen

El objetivo del presente estudio fue analizar las implicancias de la indagación científica en el aprendizaje de los estudiantes. Se utilizó una metodología de revisión sistemática, aplicando el método PRISMA. Para la búsqueda, se emplearon palabras clave en inglés y español: "scientific inquiry" AND "students" AND "learning" e "indagación científica" AND "estudiantes" AND "aprendizaje". Los criterios de inclusión consideraron artículos disponibles en acceso abierto, en inglés y español, provenientes de las bases de datos Scopus y SciELO, y que cumplieran con ecuaciones de búsqueda mediante el operador booleano AND. Asimismo, se estableció como periodo de análisis los años 2020 a 2025. En cuanto a los criterios de exclusión, se descartaron artículos publicados antes de 2020, artículos de acceso restringido, así como información proveniente de libros o tesis. Como resultado, se identificaron inicialmente 108 artículos en las bases Scopus y SciELO; de los cuales, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 21 artículos para el análisis (11 de Scopus y 10 de SciELO). Se concluye que la indagación científica constituye un eje fundamental para el aprendizaje significativo en ciencias y para la formación continua del profesorado. Además, se resalta la importancia del ambiente como agente educativo. En este sentido, la incorporación de tecnologías digitales en el proceso de aprendizaje puede incrementar la motivación y el compromiso estudiantil. También se evidencia que, al abordar temáticas socio-científicas, las tareas se vuelven más abiertas, lo que permite a los estudiantes explorar y evaluar evidencias. Asimismo, la indagación científica amplía su impacto al ofrecer información sobre los mecanismos neuronales involucrados en el aprendizaje. Por último, se destaca que el uso de herramientas visuales que presentan distintas posturas sobre un mismo concepto fomenta el debate, la comprensión del pensamiento científico y la reflexión crítica entre los estudiantes.

Palabras clave: indagación científica, aprendizaje, estrategias.

Abstract

The objective of this study was to analyze the implications of scientific inquiry on student learning. A systematic review methodology was used, applying the PRISMA method. For the search, keywords in English and Spanish were used: "scientific inquiry" AND "students" AND "learning" and "indagación científica" AND 'estudiantes' AND "aprendizaje." The inclusion criteria considered articles available in open access, in English and Spanish, from the Scopus and SciELO databases, and that complied with search equations using the Boolean operator AND. Likewise, the period of analysis was established as 2020 to 2025. As for the exclusion criteria, articles published

before 2020, restricted-access articles, and information from books or theses were discarded. As a result, 108 articles were initially identified in the Scopus and SciELO databases; of these, after applying the inclusion and exclusion criteria, 21 articles were selected for analysis (11 from Scopus and 10 from SciELO). It is concluded that scientific inquiry is a fundamental axis for meaningful learning in science and for the continuous training of teachers. In addition, the importance of the environment as an educational agent is highlighted. In this sense, the incorporation of digital technologies into the learning process can increase student motivation and engagement. It is also evident that, when addressing socio-scientific topics, tasks become more open-ended, allowing students to explore and evaluate evidence. Furthermore, scientific inquiry broadens its impact by providing information on the neural mechanisms involved in learning. Finally, it is highlighted that the use of visual tools that present different perspectives on the same concept encourages debate, understanding of scientific thinking, and critical reflection among students.

Keywords: scientific inquiry, learning, strategies.

Introducción

En la educación secundaria, especialmente en las asignaturas de Biología y Geología, persiste una cultura escolar centrada en la memorización y en una comprensión superficial de los contenidos, lo que limita el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes. Por ello, es necesario incorporar actividades prácticas más complejas y metodologías como la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (IBSE, por sus siglas en inglés), con el fin de fomentar competencias investigativas reales en el aula (Teixeira de Sousa et al., 2025).

La enseñanza continúa desconectada de las experiencias reales del estudiante, lo cual dificulta una comprensión significativa de los contenidos. En este contexto, resulta fundamental aplicar estrategias pedagógicas como el aprendizaje contextualizado (CTL), que vincula los saberes académicos con experiencias sociales, culturales y cotidianas, promoviendo así un aprendizaje activo, colaborativo y con sentido (Tulung et al., 2024).

El aprendizaje de las ciencias sigue centrado en la memorización, dejando de lado el desarrollo de habilidades clave como la argumentación, la creatividad y el pensamiento crítico. Es indispensable orientar la formación estudiantil hacia el desarrollo de competencias científicas y genéricas que les permitan enfrentar de forma reflexiva e innovadora los desafíos de su entorno (Silva et al., 2024).

Aunque la pedagogía contemporánea se fundamenta en teorías constructivistas, en la práctica educativa aún persiste una aplicación limitada de estos enfoques. Muchos docentes continúan utilizando métodos tradicionales enfocados en la transmisión de información y la memorización, lo cual impide que los estudiantes construyan activamente su conocimiento, desarrollen pensamiento crítico y conecten lo aprendido con su realidad social y cultural (Rodríguez et al., 2022).

Si bien existen marcos internacionales que promueven la educación científica basada en la indagación, muchos docentes en América Latina carecen de la formación necesaria para aplicarlos. Esta situación se refleja en los bajos resultados de los estudiantes en competencias científicas, según evaluaciones internacionales como las de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (Culqui-Rojas et al., 2024). Aunque se reconoce la importancia de una educación que integre lo cognitivo con lo emocional y lo social, aún persiste la ausencia de programas escolares que fortalezcan habilidades sociales como la empatía, la autoestima y la comunicación, lo cual limita el desarrollo integral del estudiante (Parra et al., 2024).

En este contexto, el objetivo del presente estudio fue analizar las implicancias de la indagación científica en el aprendizaje de los estudiantes.

Metodología

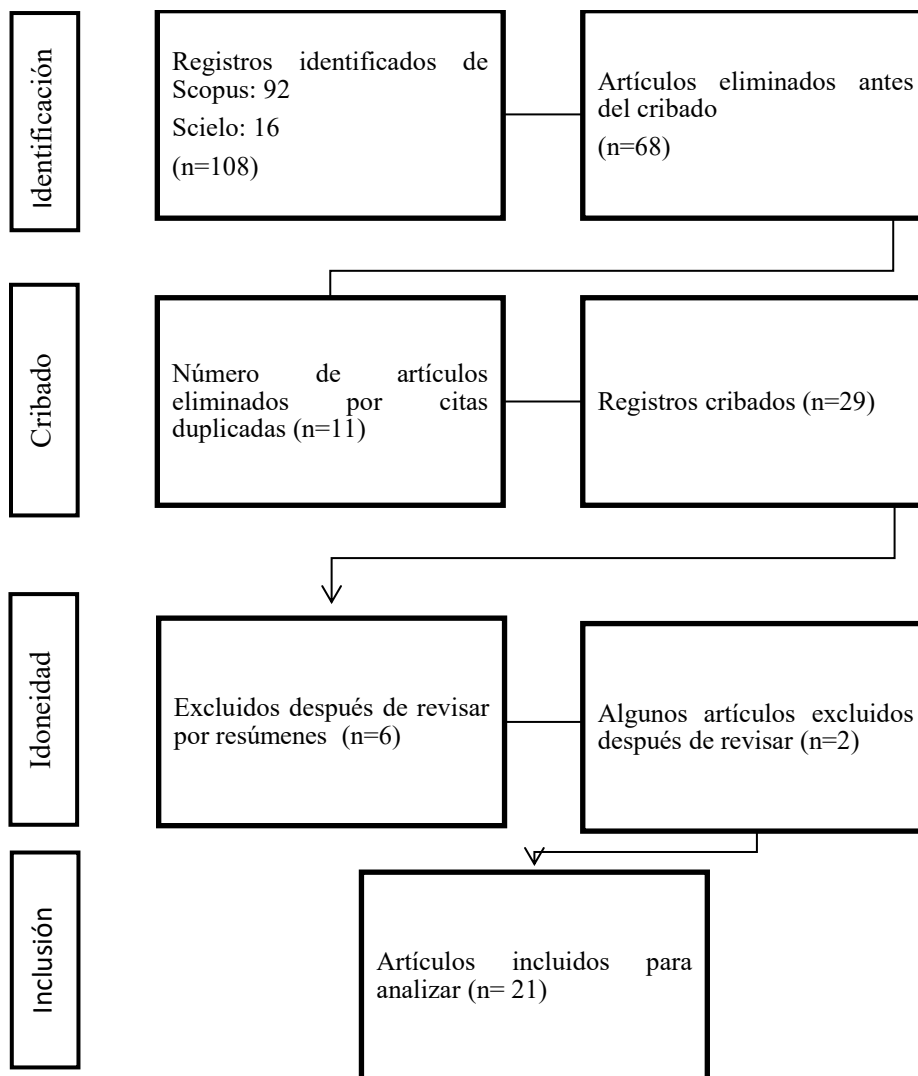
El estudio adoptó una metodología de revisión sistemática, utilizando el protocolo PRISMA. Para la búsqueda de información, se emplearon palabras clave en inglés y español, tales como: “scientific inquiry” AND “students” AND “learning”, e “indagación científica” AND “estudiantes” AND “aprendizaje”.

Los criterios de inclusión contemplaron artículos de acceso abierto en inglés y español, provenientes de las bases de datos Scopus y SciELO, que utilizaran ecuaciones de búsqueda con el operador booleano AND. Asimismo, se estableció como periodo de análisis el comprendido entre los años 2020 y 2025. En cuanto a los criterios de exclusión, se descartaron los artículos publicados antes de 2020, los que no estuvieran disponibles en acceso abierto, así como libros y tesis. Como resultado del proceso de selección, se consideraron inicialmente 108 artículos provenientes de las bases Scopus y SciELO. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron un total de 21 artículos para el análisis: 11 de Scopus y 10 de SciELO (véase Tabla 1).

Tabla 1
Palabras clave de búsqueda en artículos de bases de datos

Bases de datos	Términos de búsquedas	Resultado	Seleccionado
Scopus	"scientific inquiry" AND "learning"	92	11
Scielo	"scientific inquiry" AND "learning"	16	10
	Total	108	21

Figura 1
Diagrama de flujo de acuerdo a Prisma



*Tabla trabajada sobre formato de PRISMA con datos propios

Resultados

Tabla 2

Implicancias de la indagación científica para el aprendizaje

N	Autores	Implicancias de indagación científica para el aprendizaje
1	Zárate-Moedano et al. (2023).	El uso de laboratorios remotos como estrategia didáctica ha mostrado mejorar significativamente el aprendizaje y la alfabetización científica en estudiantes de telesecundaria. Un estudio cuasiexperimental evidenció que quienes utilizaron estos laboratorios mejoraron sus resultados en pruebas científicas, a diferencia del grupo control. Aunque no reemplazan un laboratorio tradicional, su facilidad de uso y acceso los hacen una opción valiosa para contextos con pocos recursos, promoviendo la indagación y el aprendizaje experimental.
2	Pezoa-Carrasco & Muñoz-Zamora (2022).	La alfabetización científica desde la infancia requiere docentes que integren la indagación en sus prácticas. La filosofía de Reggio Emilia, con su énfasis en el ambiente como educador, proyectos de aula y el docente como investigador, ofrece una estrategia efectiva para desarrollar habilidades investigativas en futuros profesores de educación básica, favoreciendo un aprendizaje activo y experiencial.
3	Carrasco et al. (2022).	Diversos estudios evidencian que factores personales, sociales y educativos influyen en el aprendizaje continuo de docentes de ciencias. Un estudio biográfico con profesores participantes en el Programa ICEC mostró cómo la pandemia potenció aprendizajes profesionales y redefinió el rol docente, destacando la importancia de la indagación y el aprendizaje colectivo en contextos de crisis para su desarrollo profesional.
4	Mokotso (2022).	En colaboración con el gobierno japonés, la UNESCO organizó seminarios para formadores de docentes y profesores de secundaria con el fin de fortalecer sus capacidades en educación para la paz. Esta educación utiliza una pedagogía transformadora que fomenta en docentes y estudiantes el pensamiento crítico y la reflexión, promoviendo cambios positivos en su entorno local y global
5	Mendioroz et al. (2022).	La competencia investigativa es clave para fomentar una cultura científica desde la infancia, permitiendo construir explicaciones basadas en la indagación y teoría. Sin embargo, un estudio con 208 estudiantes de magisterio reveló que ellos sobreestiman sus habilidades investigativas y no identifican sus propias carencias, lo que dificulta el desarrollo de un aprendizaje autónomo y crítico.
6	Manrique-Alvarez et al. (2021).	Basado en el aprendizaje significativo y el constructivismo, un estudio experimental con 120 escolares evaluó el impacto del conflicto cognitivo aplicado mediante estrategias pedagógicas específicas (motivación, retroalimentación, construcción de aprendizajes) en ciencias y tecnología. Los resultados muestran que estas estrategias mejoran significativamente el aprendizaje, especialmente en indagación, explicación y solución de problemas tecnológicos
7	Rodríguez et al. (2021)	Diversos estudios señalan que los estudiantes muestran mayor motivación y compromiso cuando usan Internet en su aprendizaje. No obstante, se requiere investigación empírica para entender cómo estas emociones afectan la enseñanza de competencias digitales, ya que no existen instrumentos validados

8	Gonçalves & Bretones (2021)	para medir estos aspectos afectivos en docentes y su relación con la enseñanza de habilidades de consulta en línea. Este estudio experimental analiza la enseñanza de la Luna y sus fases en un grupo de segundo grado de educación básica en una escuela pública. Se utilizó la observación directa del astro como eje principal del aprendizaje, complementada con dibujos y discusiones grupales, estrategias accesibles para niños pequeños. El objetivo fue identificar las ideas y preguntas que surgen cuando la observación es central, y evaluar la comprensión que los estudiantes desarrollan según la formación de conceptos científicos de Vygotsky para la infancia. Los resultados muestran que los estudiantes lograron aprender sobre los movimientos visibles de la Luna y sus cambios de forma a lo largo de las noches.
9	Cobo-Huesa et al. (2020)	La alfabetización científica de los ciudadanos requiere una enseñanza que permita comprender cómo funciona la ciencia en relación con la sociedad. Para lograrlo, es clave fortalecer la formación docente desde etapas tempranas. Un estudio evidenció que una propuesta didáctica basada en la historia de la ciencia, que incorpora la indagación en escenarios diversos y reflexivos, generó mejoras significativas en la comprensión de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) entre futuros docentes de educación primaria. Se observaron avances tanto en la dimensión epistemológica como en la sociológica de la NdC, en comparación con un grupo de control, destacando el valor de estas estrategias en la formación inicial.
10	Magalhães et al. (2020).	Una investigación en curso con estudiantes de tercer grado analizó cómo se desarrollan habilidades y actitudes durante el aprendizaje del concepto de calor y sus efectos en los cambios de estado. Utilizando una metodología de indagación basada en la Teoría del Aprendizaje Crítico Significativo, el estudio de caso mostró que esta estrategia promueve mayor motivación e interés por la ciencia, amplía el vocabulario científico, facilita la adquisición de nuevos conceptos y fortalece la interacción social, el uso del cuestionamiento y la comprensión de procedimientos científicos básicos.
11	Gyllenpalm et al. (2021).	Un estudio basado en los datos del instrumento internacional VASI, aplicado a estudiantes suecos, revela que la mayoría no posee una comprensión informada sobre aspectos clave de la indagación científica, incluso al finalizar la educación secundaria. Aunque los estudiantes de último año muestran avances en comparación con los de séptimo grado, los resultados promedio siguen siendo bajos, con menos del 50% de respuestas adecuadas. Esta investigación subraya la necesidad de fortalecer el enfoque escolar en torno a la enseñanza explícita de los procesos de indagación, diferenciando entre conocer la indagación científica y saber ejecutarla.
12	Khaokhajorn & Srisawasdi (2024)	Fortalecer la educación científica basada en la indagación es clave para una formación docente sostenible. Un estudio realizado con 278 futuros docentes de ciencia en Tailandia evidenció que la mayoría posee una comprensión parcial de la Naturaleza de la Indagación Científica (NOSI), especialmente en los aspectos relacionados con las preguntas, métodos y conclusiones
13	Arnold et al. (2021).	El pensamiento científico es un objetivo central en la educación en ciencias y puede desarrollarse mediante el aprendizaje por

14	Jones et al. (2022).	indagación. Dos estudios analizaron las ideas de los estudiantes sobre esta comprensión mediante el uso de <i>Concept Cartoons</i> , una herramienta visual que presenta diferentes posturas sobre un concepto para activar y fomentar el debate entre los alumnos. los efectos de una intervención piloto realizada en el hogar para fortalecer la comprensión conceptual y las habilidades de indagación científica en niños sordos y oyentes. A pesar de que a los 5 años ya se observa una brecha en el aprendizaje La propuesta consistió en acompañar a cuidadores, para que integraran el lenguaje científico en las rutinas diarias. Tras 13 meses de seguimiento y cinco evaluaciones, todos los cuidadores reportaron avances en la comprensión conceptual de sus hijos. Notablemente, los cuidadores de niños sordos informaron mayores progresos en habilidades de indagación. Estos resultados preliminares sugieren que intervenciones prolongadas podrían reducir la brecha en el aprendizaje científico.
15	Pols eet al. (2022).	Un estudio con estudiantes de secundaria mostró que estos suelen aplicar reglas de indagación científica solo cuando se les solicita, sin comprender su propósito. La etapa con mayor impacto fue aquella que los posicionó como consumidores críticos del conocimiento. Esto promovió una valoración más profunda de los estándares científicos y motivó mejoras en sus propios procesos de indagación
16	Silverio et al. (2024).	Diversos documentos orientadores en biología, química y matemáticas subrayan la importancia de que los estudiantes desarrollen habilidades comunes en STEM, como la indagación científica, el trabajo colaborativo y la comunicación. Una comparación interdisciplinaria de estas competencias permite a docentes y facultades integrar enfoques, facilitar la transferencia de aprendizajes entre disciplinas y promover cambios educativos institucionales.
17	Xu et al. (2024).	En aulas de ciencias en China, la enseñanza se ve limitada por una comprensión parcial de la indagación científica, escasa motivación intrínseca en los estudiantes y un entorno que no favorece el pensamiento divergente ni la creatividad. Factores culturales y pedagógicos, como la búsqueda de armonía y la falta de espacios adecuados, dificultan la práctica auténtica de la indagación científica.
18	Cirkony (2023).	Un estudio sobre la implementación de un enfoque multimodal de indagación guiada en ciencias, con estudiantes australianos de noveno grado, evidenció que esta estrategia fomentó prácticas epistemológicas auténticas. Los estudiantes diseñaron experimentos propios, construyeron conocimiento de forma colaborativa y usaron herramientas específicas disciplinarias para apoyar su investigación.
19	Andersson-Bakken et al. (2020).	En general las actividades favorecen respuestas cerradas y no promueven la indagación científica auténtica. Solo los temas con cuestiones socio-científicas presentan tareas más abiertas para explorar y evaluar evidencias.
20	Janssen et al. (2023).	Se presenta el caso de una futura profesora de biología que inicialmente enseñaba prácticas de forma rígida, tipo "libro de recetas", y que, mediante un enfoque de apoyo llamado GSR, pudo rediseñar sus actividades hacia una indagación científica más abierta. Este método ayuda a los docentes a identificar la brecha entre su práctica actual y la ideal, y les ofrece estrategias

21 Aldhaheri et al. (2024).	<p>concretas para avanzar hacia esta última, mejorando sus objetivos educativos</p> <p>Las interfaces cerebro-computadora y la neurolingüística son áreas clave para entender los mecanismos neuronales en la adquisición de idiomas. Este estudio analiza señales EEG de ocho participantes aprendiendo árabe e hindi como segundas lenguas, usando modelos de aprendizaje automático para identificar diferencias cognitivas y funcionales en la actividad cerebral. Los resultados aportan evidencias sobre los procesos neuronales en el aprendizaje de idiomas y ofrecen bases para diseñar estrategias de enseñanza más efectivas.</p>
-----------------------------	--

Importancia de la indagación científica para el aprendizaje

Diversos estudios han resaltado la importancia de la indagación científica como eje fundamental para el aprendizaje significativo en ciencias y para la formación continua del profesorado. Por ejemplo, un estudio biográfico con docentes del Programa ICEC evidenció que, durante la pandemia, el aprendizaje profesional se potenció mediante la indagación y el trabajo colectivo, redefiniendo el rol docente en contextos de crisis y fortaleciendo su desarrollo profesional (Carrasco et al., 2022). Este enfoque resulta vital para fomentar una cultura científica desde etapas tempranas, permitiendo construir explicaciones basadas en la evidencia y la teoría.

No obstante, se identifican retos en la formación inicial. Se ha demostrado que muchos docentes sobreestiman sus habilidades investigativas y no reconocen sus carencias, lo cual limita el desarrollo de un aprendizaje autónomo y crítico (Mendioroz et al., 2022). Asimismo, se evidenció que, incluso al finalizar la educación secundaria, la mayoría de los estudiantes no comprende adecuadamente los procesos de indagación científica. Aunque se observan mejoras en niveles avanzados, menos de la mitad responde correctamente, lo que subraya la necesidad de una enseñanza explícita que no solo transmita conocimientos, sino que facilite la aplicación práctica de la indagación (Gyllenpalm et al., 2021).

Además, la incorporación de tecnologías digitales en el aprendizaje puede incrementar la motivación y el compromiso estudiantil; sin embargo, se requiere mayor investigación para comprender cómo las emociones y habilidades afectivas influyen en la enseñanza de competencias digitales y en la búsqueda autónoma de información. Actualmente, existe una carencia de instrumentos validados para medir estos aspectos en docentes y su relación con la enseñanza (Rodríguez et al., 2022).

Este panorama no es exclusivo de Occidente. En aulas de ciencias en China, la enseñanza enfrenta limitaciones derivadas de una comprensión parcial de la indagación, una escasa motivación intrínseca de los estudiantes y un entorno que no fomenta el pensamiento divergente ni la creatividad. Factores culturales, como el énfasis en la armonía social y las restricciones del contexto físico y temporal, dificultan la práctica auténtica de la indagación científica (Xu et al., 2024).

En el plano curricular, se ha detectado que las actividades escolares tienden a promover respuestas cerradas y tradicionales, sin fomentar la indagación auténtica. Solo en temáticas que abordan cuestiones socio-científicas, las tareas se vuelven más abiertas, permitiendo la exploración y evaluación de evidencias por parte de los estudiantes (Andersson-Bakken et al., 2020).

Asimismo, la alfabetización científica depende de una formación docente que fortalezca la comprensión sobre el funcionamiento de la ciencia en relación con la sociedad. Una propuesta didáctica que incorpora la historia de la ciencia y promueve la indagación en contextos diversos ha demostrado mejoras significativas en la comprensión de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) en futuros docentes de primaria, resaltando el valor de estas estrategias en la formación inicial (Cobo-Huesa et al., 2020).

Por último, investigaciones recientes en neurociencia aplicada al aprendizaje, como el estudio que utiliza interfaces cerebro-computadora para analizar la adquisición de segundas lenguas, muestran cómo la indagación científica puede ampliar su impacto al ofrecer evidencias sobre los mecanismos neuronales involucrados. Al identificar diferencias cognitivas y funcionales durante el aprendizaje de idiomas como árabe e hindi, estos hallazgos contribuyen al diseño de estrategias pedagógicas más efectivas, evidenciando así la relevancia de la indagación científica en diversos ámbitos educativos (Aldhaheri et al., 2024).

Estrategias de indagación científica para el aprendizaje

La indagación científica constituye una estrategia pedagógica clave para promover un aprendizaje significativo y profundo en ciencias, desde la educación básica hasta la formación docente. Diversas investigaciones demuestran que las metodologías basadas en la indagación favorecen el desarrollo de

habilidades investigativas, el pensamiento crítico y la motivación hacia el aprendizaje científico. Un ejemplo efectivo es el uso de laboratorios remotos como herramienta didáctica para estudiantes de telesecundaria. Un estudio cuasiexperimental reveló que quienes utilizaron estos laboratorios mejoraron significativamente sus resultados en pruebas científicas, en comparación con un grupo de control. Aunque no sustituyen la experiencia de un laboratorio tradicional, su accesibilidad y facilidad de uso los posicionan como una valiosa estrategia para contextos con recursos limitados, fomentando la indagación y el aprendizaje experimental (Zárate-Moedano et al., 2023).

En paralelo, el enfoque pedagógico de la filosofía Reggio Emilia destaca la importancia del ambiente como educador, el trabajo por proyectos y la figura del docente como investigador activo. Esta metodología ha demostrado ser eficaz en la formación de futuros profesores de educación básica, promoviendo un aprendizaje activo, experiencial y orientado a la indagación desde edades tempranas (Pezoa-Carrasco et al., 2022).

La educación para la paz, promovida en seminarios organizados por la UNESCO y el gobierno japonés, también incorpora estrategias de indagación para fomentar el pensamiento crítico y la reflexión en docentes y estudiantes, con miras a transformar positivamente su entorno local y global (Mokotso et al., 2022). Esta perspectiva se alinea con los principios del aprendizaje significativo y constructivista, los cuales, en estudios experimentales, han demostrado que la implementación del conflicto cognitivo mediante estrategias como la motivación, la retroalimentación y la construcción de aprendizajes mejora significativamente el desempeño en indagación, explicación y solución de problemas tecnológicos (Manrique-Álvarez et al., 2021).

Un ejemplo aplicado a la enseñanza temprana es el uso de la observación directa de los astros con estudiantes de segundo grado, complementada con dibujos y discusiones grupales. Esta estrategia, accesible y basada en la interacción, permitió a los niños construir conceptos científicos sobre los movimientos y fases de la Luna, apoyándose en la teoría de formación de conceptos de Vygotsky (Gonçalves et al., 2021). De forma similar, en educación básica, una investigación en curso que utiliza la indagación fundamentada en la Teoría del Aprendizaje Crítico Significativo para enseñar el concepto de calor evidenció un aumento en la motivación, ampliación del vocabulario científico y fortalecimiento del cuestionamiento y la interacción social (Magalhães et al., 2020).

Para fortalecer una formación docente sostenible, es fundamental que los futuros profesores comprendan a fondo la Naturaleza de la Indagación Científica (NOSI). Sin embargo, se ha evidenciado que la mayoría posee una comprensión parcial de la NOSI, especialmente en aspectos clave como preguntas, métodos y conclusiones (Khaokhajorn et al., 2024). Herramientas como los Concept Cartoons, que presentan visualmente diferentes posturas sobre un concepto para activar el debate, se han mostrado útiles para mejorar la comprensión del pensamiento científico en estudiantes, fomentando la discusión y la reflexión crítica (Arnold et al., 2021).

Los avances en indagación científica también benefician a grupos con necesidades específicas. Por ejemplo, cuidadores de niños sordos reportaron progresos significativos en habilidades de indagación tras intervenciones prolongadas, lo que sugiere que estas estrategias pueden contribuir a reducir brechas en el aprendizaje científico (Jones et al., 2022). En estudiantes de secundaria, aunque a menudo aplican reglas de indagación solo cuando se les solicita, programas que los posicionan como consumidores críticos del conocimiento han logrado mejorar su valoración de los estándares científicos y la calidad de sus procesos de indagación (Pols et al., 2022).

En un contexto interdisciplinario, documentos orientadores de Biología, Química y Matemáticas destacan la importancia de desarrollar competencias comunes en STEM, tales como la indagación científica, el trabajo colaborativo y la comunicación. La comparación y articulación de estas competencias facilitan la transferencia de aprendizajes entre disciplinas y promueven transformaciones educativas a nivel institucional (Silverio et al., 2024). Asimismo, la implementación de un enfoque multimodal de indagación guiada en estudiantes australianos de noveno grado evidenció que esta estrategia promueve prácticas epistemológicas auténticas, donde los alumnos diseñan sus propios experimentos y construyen conocimiento de manera colaborativa utilizando herramientas específicas (Cirkony, 2023).

Finalmente, el apoyo a los docentes para transformar su práctica resulta esencial. El caso de una futura profesora de Biología que transitó de una enseñanza rígida a una basada en indagación científica mediante el método GSR (Gap, Strategy, Result) ejemplifica cómo los educadores pueden identificar brechas en su práctica y aplicar estrategias concretas para avanzar hacia una enseñanza más abierta y efectiva (Janssen et al., 2023).

Conclusiones

El estudio concluyó que la indagación científica constituye un eje fundamental para el aprendizaje significativo en ciencias y para la formación continua del profesorado. Es decir, el aprendizaje profesional se

potenció a través de la indagación y el trabajo colectivo, lo que permitió redefinir el rol docente en contextos de crisis y fortalecer su desarrollo profesional.

Se destaca la importancia del ambiente como educador, el trabajo por proyectos y la figura del docente como investigador activo. Esta metodología ha demostrado ser eficaz en la formación de futuros profesores de educación básica, promoviendo un aprendizaje activo, experiencial y orientado a la indagación desde edades tempranas. En este sentido, la incorporación de tecnologías digitales en el proceso de aprendizaje puede incrementar la motivación y el compromiso estudiantil; no obstante, se requiere mayor investigación para comprender cómo las emociones y habilidades afectivas influyen en la enseñanza de competencias digitales y en la búsqueda autónoma de información.

Asimismo, se recomienda abordar temáticas socio-científicas en las prácticas educativas, ya que permiten que las tareas sean más abiertas, facilitando la exploración y evaluación de evidencias por parte de los estudiantes. La indagación científica puede ampliar aún más su impacto al ofrecer evidencias sobre los mecanismos neuronales involucrados en el aprendizaje. Finalmente, el uso de herramientas visuales que presentan diferentes posturas sobre un mismo concepto ha demostrado ser útil para mejorar la comprensión del pensamiento científico en los estudiantes, al fomentar el debate, la discusión y la reflexión crítica.

Referencias

- Aldhaeri, T. A., Kulkarni, S. B., Bhise, P. R., & Ghaleb, B. (2024). Investigation of brain response to acquisition and learning the second languages based on EEG signals and machine learning techniques. *Cogent Arts & Humanities*, 11(1), 2416759. <https://doi.org/10.1080/23311983.2024.2416759>
- Andersson-Bakken, E., Jegstad, K. M., & Bakken, J. (2020). Textbook tasks in the Norwegian school subject natural sciences: What views of science do they mediate? *International Journal of Science Education*, 42(8), 1320–1338. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1756516>
- Arnold, J. C., Mühling, A., & Kremer, K. (2021). Exploring core ideas of procedural understanding in scientific inquiry using educational data mining. *Research in Science & Technological Education*, 41(1), 372–392. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1909552>
- Carrasco, C., Cuevas, K., Quiñones, P., Cancino, A., & Passi, F. (2022). Desarrollo profesional docente y trayectorias de aprendizaje: Relatos autobiográficos de profesores de ciencias en Chile. *Calidad en la Educación*, (56), 292–324. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-45652022000100292&lng=es&tlng=es
- Cirkony, C. (2023). Flexible, creative, constructive, and collaborative: The makings of an authentic science inquiry task. *International Journal of Science Education*, 45(17), 1440–1462. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2213384>
- Cobo-Huesa, C., Romero-Ariza, M., & Abril-Gallego, A. M. (2020). Indagación reflexiva e historia de la ciencia para construir una visión adecuada sobre la naturaleza de la ciencia en formación inicial de profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (48), 13–31. <https://doi.org/10.17227/ted.num48-10934>
- Culqui-Rojas, V., Romero-Mestanza, A., Moreno-Muro, J., Flores-Pérez, L., Dioses-Lescano, N., & Copa-Pérez, J. (2024). Indagación científica para el aprendizaje en ciencias de la salud y la educación: Una revisión bibliográfica. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 28(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942024000300023&lng=es&tlng=es
- Gonçalves, P. C. S., & Bretones, P. S. (2021). O ensino sobre a Lua e suas fases: Uma proposta observacional para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Ensino & Pesquisa em Educação em Ciências*, 23. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230118>
- Gyllenpalm, J., Rundgren, C. J., Lederman, J., & Lederman, N. (2021). Views about scientific inquiry: A study of students' understanding of scientific inquiry in Grade 7 and 12 in Sweden. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(2), 336–354. <https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1869080>
- Janssen, F., Westbroek, H., & Borko, H. (2023). The indispensable role of the goal construct in understanding and improving teaching practice. *Professional Development in Education*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/19415257.2023.2217426>
- Jones, L., Chilton, H., & Theakston, A. (2022). Supporting the development of scientific enquiry and conceptual understanding in science with deaf and typically hearing preschool children through a home-based science intervention. *Deafness & Education International*, 25(2), 140–155. <https://doi.org/10.1080/14643154.2022.2102718>
- Khaokhajorn, W., & Srisawasdi, N. (2024). Assessing pre-service science teachers' understanding of the nature of scientific inquiry to develop a sustainable technology-infused pedagogical program in teacher education. *Cogent Education*, 11(1), 2439160. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2439160>

- Magalhães, A. P. C., Meneses Villagrà, J. A., & Greca, I. M. (2020). Análise das habilidades e atitudes na aprendizagem significativa crítica de fenômenos físicos no contexto das séries iniciais. *Ciência & Educação (Bauru)*, 26. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200009>
- Manrique-Álvarez, G., Villa Córdova, G., Holguin-Álvarez, J., & Menacho Vargas, I. (2021). Aprendizaje en Ciencia y Tecnología con metodología basada en el conflicto cognitivo. *Fides et Ratio: Revista de Difusión Cultural y Científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 22(22), 17–42. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071081X2021000200003&lng=es&tlng=es
- Mendioroz Lacabra, A., Napal Fraile, M., & Peñalva, A. (2022). La competencia investigativa del profesorado en formación: Percepciones y desempeño. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 24, e28. <https://doi.org/10.24320/redie.2022.24.e28.4182>
- Mokotso, I. (2022). Considering the Basotho indigenous education and school system as resources for peace-building education in Lesotho. *Journal for Transdisciplinary Research in Southern Africa*, 18(1), 1–10. <https://doi.org/10.4102/td.v18i1.1213>
- Parra, N., De la Cruz, M., Culqui, V., Copa, J., Barreto, L., & Flores, L. (2024). Habilidades sociales en estudiantes adquiridas mediante indagación científica y gestión por procesos para la salud, con evaluación en línea. *Revista Finlay*, 14(2), 121–127. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342024000200121&lng=es&tlng=es
- Pezoa-Carrasco, E., & Muñoz-Zamora, G. (2022). Formación inicial docente en ciencias para la ciudadanía: Una propuesta inspirada en la filosofía de Reggio Emilia. *Revista Electrónica Educare*, 26(3), 603–616. <https://doi.org/10.15359/ree.26-3.33>
- Pols, C., Dekkers, P., & de Vries, M. (2022). ‘Would you dare to jump?’ Fostering a scientific approach to secondary physics inquiry. *International Journal of Science Education*, 44(9), 1481–1505. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2083251>
- Rodríguez, M. E., Quintanilla-Gatica, M. R., & Manzanilla, M. A. (2021). Actitudes de los profesores de ciencias naturales y ciencias sociales hacia la enseñanza de competencias de consulta en línea y sus factores de fondo en el uso del internet. *Ciência & Educação (Bauru)*, 27. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210008>
- Rodríguez, A., Cáceres, M., & Moreno, J. (2022). Diagnóstico de alfabetización científica promovida en alumnos de secundarias públicas de México: Un estudio de caso. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 212–220. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000100212&lng=es&tlng=es
- Silva, T., & Duran, E. (2024). Progreso y evaluación de las habilidades científicas mediante la utilización de la metodología de indagación científica en educación inicial. *Revista Educación*, 48(1), 143–162. <https://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.55824>
- Silverio, D. L., Villa-Cuesta, E., Hyslop, A., Kolack, K., & Sobel, S. G. (2024). We have more in common than we think: A comparison of scientific skills and disciplinary practices in the guiding documents for biology, chemistry, and mathematics. *Journal of College Science Teaching*, 53(5), 472–479. <https://doi.org/10.1080/0047231X.2024.2373027>
- Teixeira de Sousa, M., & Santos, L. (2022). Avaliar para aprender em ciências experimentais. *Revista Portuguesa de Educação*, 35(2), 190–210. <https://doi.org/10.21814/rpe.21275>
- Tulung, J., Wuwung, O., Zaluchu, S., & Zaluchu, F. (2024). Deuteronomy and contextual teaching and learning in Christian-Jewish religious education. *HTS Theological Studies*, 80(1), 1–9. <https://doi.org/10.4102/hts.v80i1.9312>
- Xu, S., Reiss, M. J., & Lodge, W. (2024). The development of an analytical model for science classroom creativity in China. *Research in Science & Technological Education*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/02635143.2024.2377265>
- Zárate-Moedano, R., Canchola-Magdaleno, S., & Suarez-Medellín, J. (2023). Aporte de los laboratorios remotos a la alfabetización científica: Un caso de estudio. *Revista Electrónica Educare*, 27(2), 69–86. <https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15806>