

Convergencia entre inteligencia artificial y modelo pedagógico desarrollista que posibilita el aprendizaje significativo en ciencias naturales en educación media

Convergence between artificial intelligence and the developmentalist pedagogical model enabling meaningful learning in natural sciences in secondary education

Elkin Fernando Lemos Mosquera

University of Technology and Education, Colombia

<https://orcid.org/0000-0001-5950-7445>

elkin.lemosm2024@uted.us

Yusleines Perea Orejuela

University of Technology and Education, Colombia

<https://orcid.org/0009-0001-4412-2224>

yusleines.pereao2024@uted.us

Recibido: 2 de abril 2026

Aceptado: 29 junio 26026

URL: <https://relaticpanama.org/journals/index.php/dialogoseducativos/article/view/179>

DOI: <https://doi.org/10.66707/qd532n16>

Resumen

El propósito del presente artículo es comprender los efectos de la convergencia del uso de la inteligencia artificial con el modelo pedagógico desarrollista en la enseñanza de las ciencias naturales que posibilite un aprendizaje significativo en los estudiantes de educación media en la Institución Educativa Los Andes. A través de una revisión crítica de la literatura, se analiza la IA cómo herramienta facilitadora que personaliza la experiencia educativa, adapta contenidos a las necesidades individuales y fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas. El estudio se enmarca en la teoría constructivista, y busca analizar las condiciones pedagógicas, tecnológicas y formativas que median la integración de la IA en el aula. Los resultados evidenciarían que, cuando

la inteligencia artificial se integra con una intencionalidad pedagógica clara y bajo la mediación activa del docente, se favorecen procesos de aprendizaje autónomo, pensamiento crítico y construcción significativa del conocimiento. Además, se discuten los beneficios, desafíos y limitaciones de esta integración, subrayando la importancia de la capacitación docente y la infraestructura tecnológica adecuada. El estudio propone un marco conceptual que articula la IA como herramienta mediadora dentro de un enfoque desarrollista, donde el docente actúa como guía y el estudiante como protagonista activo de su proceso formativo, buscando un efecto integral en la comprensión científica y el pensamiento crítico. Por lo tanto, Se concluye que confirmaría que la convergencia entre la inteligencia artificial y el modelo pedagógico desarrollista representa una estrategia educativa potente para fomentar aprendizajes significativos en estudiantes de educación media en ciencias naturales. Ya que, la IA no debe concebirse como sustituto del docente, sino como un recurso mediador que, articulado al modelo desarrollista, potencia la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Palabras clave: Aprendizaje significativo, brecha digital, inteligencia artificial, modelo pedagógico desarrollista, pensamiento crítico

Abstract

The purpose of this article is to understand the effects of the convergence between the use of artificial intelligence and the developmental pedagogical model in the teaching of natural sciences, aiming to promote meaningful learning among high school students at Los Andes Educational Institution. Through a critical review of the literature, artificial intelligence is analyzed as a facilitating tool capable of personalizing the educational experience, adapting content to individual needs, and fostering the development of cognitive skills. The study is framed within constructivist theory and seeks to analyze the pedagogical, technological, and formative conditions that mediate the integration of artificial intelligence in the classroom. The results suggest that when artificial intelligence is integrated with a clear pedagogical intention and under the active mediation of the teacher, processes of autonomous learning, critical thinking, and meaningful knowledge construction are enhanced. Furthermore, the benefits, challenges, and limitations of this integration are discussed, highlighting the importance of

teacher training and adequate technological infrastructure. The study proposes a conceptual framework that articulates artificial intelligence as a mediating tool within a developmental approach, where the teacher acts as a guide and the student as an active protagonist in their learning process, seeking an integral effect on scientific understanding and critical thinking. Therefore, it is concluded that the convergence between artificial intelligence and the developmental pedagogical model represents a powerful educational strategy to foster meaningful learning among secondary education students in natural sciences. In this sense, artificial intelligence should not be conceived as a substitute for the teacher, but rather as a mediating resource that, when articulated with the developmental model, strengthens the teaching and learning of Natural Sciences.

Keywords: meaningful learning, digital divide, artificial intelligence, developmental pedagogical model, critical thinking

Introducción

La Institución Educativa Los Andes, se encuentra ubicada en la subregión de Urabá en la zona urbana del municipio de Chigorodó, en el departamento de Antioquia. En sus aulas cursan alrededor de 225 estudiantes pertenecientes al nivel de educación media. De ellos, 130 estudiantes pertenecen al grado décimo y 95 al grado undécimo. Estos estudiantes tienen edades que oscilan entre 15 y 17 años aproximadamente, y provienen de familias de los estratos socioeconómicos 1 y 2. Los hogares de esta comunidad dependen, en gran medida, de los ingresos obtenidos por trabajos agrícolas en las fincas bananeras de la región. Como consecuencia de ello, muchos padres deben permanecer fuera del hogar durante largas jornadas donde salen de casa a las 3:00 a.m. y regresan de 7 a 9 de la noche, lo que hace que el cuidado y acompañamiento de los estudiantes sea responsabilidad de abuelos u otros familiares, quienes, en varios casos, no cuentan con una formación escolar básica. También se observa una presencia significativa de madres cabeza de hogar, que asumen solas la responsabilidad de la crianza y formación de sus hijos. Este contexto socioeconómico posiblemente influye en los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, la educación en el siglo XXI se enfrenta al desafío de preparar a los estudiantes para un mundo en constante evolución, en el que la tecnología y el conocimiento se renuevan

constantemente. En este escenario, la Inteligencia Artificial (IA) ha emergido como una herramienta con un potencial transformador en diversos campos, y el ámbito educativo no ha sido la excepción (Ayuso & Gutiérrez, 2022; García Mendoza, 2024). En particular, la capacidad que tiene para procesar grandes volúmenes de datos, personalizar rutas de aprendizaje y ofrecer retroalimentación adaptativa ha captado la atención de investigadores y educadores por igual, prometiendo revolucionar las prácticas pedagógicas tradicionales. No obstante, diversos autores advierten que la incorporación de la tecnología no garantiza por sí misma una mejora educativa; su eficacia radica en la manera en que se articula con marcos pedagógicos sólidos que guíen su implementación (Escandón Caguana, 2023). En cohesión con lo anterior, esta investigación se centra en la convergencia de la Inteligencia Artificial con el modelo pedagógico desarrollista, comprendido como un enfoque que enfatiza la construcción activa del conocimiento por parte del estudiante, respetando sus etapas de desarrollo cognitivo y promoviendo el pensamiento crítico. La interacción entre estas dos perspectivas, la tecnológica y la pedagógica, ofrece una oportunidad única para repensar la enseñanza de las Ciencias Naturales, una disciplina que a menudo presenta desafíos en términos de abstracción, interpretación, comprensión y relevancia para los estudiantes de educación media.

Marco Teórico

La integración de la inteligencia artificial en el ámbito educativo ha sido objeto de creciente interés a nivel global, generando múltiples estudios que abordan su efecto en diversas dimensiones del proceso de enseñanza y aprendizaje. A continuación, se presenta un panorama de los antecedentes internacionales, nacionales y/o locales que permiten la contextualización de la problemática de esta investigación.

En el Ámbito Internacional

Diversas Investigaciones internacionales han explorado la IA como una herramienta didáctica con gran potencial que mejoran los procesos educativos. Ayuso y Gutiérrez (2022) señalan que la IA facilita la personalización del aprendizaje y la adaptación de los contenidos a las necesidades de los estudiantes, aspectos cruciales con los fundamentos para el modelo desarrollista, que valora los ritmos de aprendizaje individuales y la promoción de experiencias significativas en las Ciencias Naturales (Bybee, 2014).

En esta línea, Estudios específicos como el de Escandón Caguana (2023) desarrollado en Ecuador, de corte cuantitativo y cuasiexperimental, donde los resultados evidenciaron un incremento promedio del 10% en las calificaciones posteriores a la intervención en grupos que utilizaron IA en Ciencias Naturales, atribuyéndolo a la adaptación al ritmo individual y la retroalimentación instantánea. Sin embargo, este estudio también destacó la necesidad de adaptar estrategias al contexto específico y no profundizó en el efecto sobre la capacitación docente.

Por su parte, En Perú, García Mendoza y colaboradores (2024) realizaron una revisión sistemática que identificó la contribución de la IA al desarrollo de habilidades en diversas materias, pero también señaló la falta de alfabetización digital en docentes y estudiantes, así como la escasez de recursos tecnológicos. Estas limitaciones son recurrentes en la literatura y resaltan la importancia de abordar la brecha digital y la formación docente.

La perspectiva emocional también ha sido considerada. Zhang y Wang (2020), en China, estudiaron los efectos cognitivos y emocionales de la IA, encontrando una reducción del estrés en tareas repetitivas, pero también una sobrecarga informativa y aumento de ansiedad en temas complejos que requieren pensamiento profundo. Este hallazgo subraya la necesidad de un diseño pedagógico cuidadoso que minimice la sobrecarga y favorezca un ambiente motivador.

En el contexto europeo, Delgado, Campo, Sainz, y Etxabe-Urbieta (2024) mediante un estudio descriptivo en España, identificaron que los docentes perciben beneficios de la IA en la personalización y en tareas administrativas, aunque las preocupaciones varían según el nivel educativo y la necesidad de formación docente diferenciada. En Japón y Taiwán, Yang, Ogata, Matsui, y Chen (2021) propusieron un marco de IA centrado en el ser humano, donde la tecnología apoya al educador como figura central y se adapta a las necesidades pedagógicas. En este se obtuvieron hallazgos, cuando la IA en educación está centrada en el ser humano debe priorizar: (1) mantener al educador como figura central en proceso de enseñanza-aprendizaje, (2) utilizar IA como herramienta de apoyo y no sustitución, (3) considerar aspectos éticos y sociales en diseño e implementación, (4) adaptar tecnología a necesidades pedagógicas (no viceversa). Por tal motivo, se enfatiza que la tecnología debe ser transparente, explicable y adaptable a contextos educativos específicos. No obstante, el estudio presenta unas limitantes, ya que, el marco conceptual requiere validación empírica en diversos contextos, la implementación práctica enfrenta desafíos técnicos y de capacitación y, la necesidad de desarrollar indicadores para evaluar sistemas IA

educativos. De forma colaborativa con participantes de China, Taiwan y Australia Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., y Gašević, D. (2020) esta investigación fue presentada bajo el tópico, visión comprensiva de desafíos, roles y cuestiones de investigación relacionadas con inteligencia artificial en educación. Donde se propusieron identificar y analizar los principales desafíos, roles potenciales y cuestiones de investigación prioritarias para el desarrollo y aplicación de IA en educación. En este se identificó roles clave de IA en educación como son: (1). como tutor inteligente personalizado, (2). como asistente para docentes, (3). como evaluador automático, (4). como analista de datos educativos. También, se evidencian varios desafíos principales que incluyen, brecha entre teoría y práctica, la necesidad de colaboración interdisciplinaria, las consideraciones éticas y de privacidad, la formación docente insuficiente y, la falta de estándares de evaluación. Por eso, se requiere investigación sobre efectividad pedagógica, no solo capacidad técnica. Además, se obtuvieron varias limitaciones como la necesidad de mayor evidencia empírica sobre efectividad a largo plazo, retos de escalabilidad y sostenibilidad, requerimientos de infraestructura tecnológica significativos, diferencias culturales y contextuales poco exploradas. En consonancia con el proyecto que pretendemos realizar, permite identificar de manera sistemática los principales desafíos que el proyecto está llamado a abordar, trascendiendo una visión meramente instrumental de la tecnología. En primer lugar, se evidencia una brecha persistente entre los postulados teóricos que orientan las propuestas pedagógicas innovadoras y su aplicación efectiva en el aula, situación que limita la efectividad de las estrategias didácticas cuando no se consideran las condiciones concretas del contexto educativo. Esta distancia entre teoría y práctica se convierte en un reto central para cualquier iniciativa que busque integrar la inteligencia artificial de manera significativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje. De forma complementaria, el análisis pone de relieve la insuficiente formación docente como uno de los obstáculos más relevantes para la integración pedagógica de las tecnologías emergentes. Asimismo, se identifica la necesidad de generar evidencia empírica contextualizada que permita comprender cómo se manifiestan estas barreras en realidades educativas específicas. La escasez de estudios situados en contextos de educación media, especialmente en regiones con limitaciones socioeconómicas, refuerza la pertinencia de investigar de manera directa las barreras tecnológicas, pedagógicas y de formación docente. Este estudio fue ejecutado en China por Chen, L., Chen, P., y Lin, Z. (2020) en el cual la intención fue revisar sistemáticamente la literatura académica existente sobre la IA en educación, identificando aplicaciones principales, técnicas utilizadas,

beneficios, desafíos y direcciones futuras de investigación. Ellos obtuvieron aplicaciones de IA en educación que incluyen: sistemas de tutoría inteligente, análisis de aprendizaje (learning analytics), evaluación automatizada, sistemas de recomendación educativa y chatbots educativos. Al mismo tiempo, este estudio reportó varios beneficios como la personalización de aprendizaje, retroalimentación inmediata, identificación temprana de riesgo académico y, optimización de recursos educativos. No obstante, la investigación demostró algunas limitaciones para tener en cuenta, como los desafíos técnicos en precisión de algoritmos, calidad y disponibilidad de datos educativos, preocupaciones sobre privacidad y ética, resistencia al cambio por parte de educadores, brecha entre práctica educativa e investigación y, costos de implementación y mantenimiento.

Investigaciones más recientes continúan profundizando en la interacción entre IA y la enseñanza. Mora, Haro y Parejo (2025) quienes desarrollaron su investigación en Cuba, y esta fue enfocada en la implementación de una estrategia metodológica activa que integre la inteligencia artificial (IA) para potenciar la indagación científica en Ciencias Naturales en estudiantes de educación básica superior. El objetivo central fue diseñar y validar un modelo pedagógico que incorpore herramientas de IA para fomentar habilidades investigativas y un aprendizaje significativo. La metodología empleada combinó un enfoque mixto, donde se diseñaron intervenciones educativas en aulas mediante el uso de aplicaciones de IA, junto con la evaluación cualitativa y cuantitativa del desempeño y la percepción de los estudiantes. Los resultados evidenciaron que la convergencia de la IA con metodologías activas favoreció la motivación, el pensamiento crítico y la capacidad de indagación, facilitando una comprensión más profunda de los contenidos científicos. Entre las limitaciones identificadas se mencionaron la insuficiente preparación docente para manejar tecnologías avanzadas y limitaciones tecnológicas en algunas instituciones. Por otro lado, Lincango, E., Rodríguez, D., y Gavilanes Guzman, G. (2025). Desarrollaron una investigación en Ecuador, abordando, así, la integración de tecnologías de IA en educación para optimizar procesos de aprendizaje personalizado, en el cual se plantearon explorar estrategias de integración de tecnologías de inteligencia artificial en educación, que optimicen el aprendizaje personalizado adaptado a necesidades individuales del estudiante. Para esta investigación se implementó, una revisión de literatura y análisis de casos de implementación de IA para aprendizaje personalizado en diversos contextos educativos. La ejecución del estudio mostró que la IA permite la personalización efectiva mediante, (1). análisis de patrones de aprendizaje individuales, (2). adaptación

de contenidos y ritmos, (3). identificación temprana de dificultades, (4). retroalimentación específica y oportuna. Por tanto, la efectividad depende directamente de diseño pedagógico apropiado y no solo de capacidad técnica, sino que también requiere formación docente para interpretar y actuar sobre información generada por IA. Dentro de las limitaciones que presenta el estudio observa que la personalización efectiva requiere cantidad significativa de datos, preocupaciones sobre privacidad, riesgo de "filtro burbuja" que limite exposición a contenidos diversos, dependencia tecnológica que posibilita limitar desarrollo de autonomía estudiantil y requiere infraestructura robusta. En América latina, Dellepiane y Guidi (2023) El estudio realizado en Argentina, el objetivo principal de esta investigación es analizar los desafíos y posibilidades que estas tecnologías presentan en el ámbito educativo, particularmente en términos de equidad y personalización del aprendizaje. Los resultados destacan que la IA puede facilitar la adaptación del contenido a las necesidades individuales de los estudiantes, promoviendo así un aprendizaje más significativo. Sin embargo, los autores señalan limitaciones importantes, como la falta de infraestructura tecnológica adecuada y posibles brechas en la formación docente para el uso efectivo de estas herramientas. Asimismo, no se abordan en profundidad las implicaciones pedagógicas específicas, especialmente en relación con modelos desarrollistas de enseñanza en las ciencias naturales. Así mismo, en Ecuador Yépez y García (2025), en su estudio realizado en Ecuador, su investigación tiene como objetivo principal evaluar cómo la integración de herramientas basadas en IA puede transformar las prácticas pedagógicas para favorecer un aprendizaje significativo en estudiantes de nivel medio. Los hallazgos revelan que la IA contribuye a personalizar el aprendizaje, promoviendo la participación y el pensamiento crítico en los estudiantes, aspectos clave del modelo pedagógico desarrollista, que enfatiza la construcción activa y contextualizada del conocimiento. No obstante, los autores señalan limitaciones como la infraestructura tecnológica insuficiente en muchas instituciones educativas y la falta de capacitación docente específica para integrar efectivamente la IA en sus prácticas pedagógicas. Además, el estudio no profundiza en cómo la convergencia explícita entre la IA y modelos pedagógicos desarrollistas podría potenciar aún más el aprendizaje significativo, ni analiza detalladamente los mecanismos por los cuales esta interacción influye en la motivación y retención del conocimiento en ciencias naturales. También, Talahua, Allas, Cambo y Azogue (2025), en el artículo publicado en Ecuador, abordan la inteligencia artificial (IA) como recurso innovador para el desarrollo de competencias experimentales en las ciencias naturales. El

estudio tiene como objetivo analizar el potencial de la IA para favorecer habilidades prácticas y cognitivas en estudiantes de educación media, promoviendo un aprendizaje activo y significativo. La metodología aplicada combina un enfoque cualitativo y cuantitativo, incluyendo experimentos educativos apoyados en tecnologías de IA, encuestas y observación directa de prácticas pedagógicas. Los resultados revelan que la integración de IA en el aula facilita la personalización de las experiencias de aprendizaje, brinda retroalimentación inmediata y fomenta la exploración autónoma, lo que contribuye significativamente al desarrollo de competencias experimentales en ciencias naturales. No obstante, los autores señalan limitaciones relacionadas con la escasa formación docente en herramientas de IA y la falta de modelos pedagógicos claros que integren dicha tecnología de manera sistemática, especialmente desde perspectivas que consideren el desarrollo progresivo del estudiante. Además, el estudio no ahonda en cómo la convergencia de la IA con modelos pedagógicos desarrollistas puede potenciar el aprendizaje significativo ni en los efectos específicos en estudiantes de educación media. Este vacío teórico y práctico resalta la relevancia del presente proyecto, que propone articular las capacidades adaptativas e innovadoras de la inteligencia artificial con el modelo pedagógico desarrollista, centrado en el crecimiento integral del alumno. Al combinar estos enfoques en la enseñanza de las ciencias naturales, se puede propiciar un entorno formativo donde las tecnologías inteligentes no solo apoyen el desarrollo de competencias experimentales, sino que también fomenten procesos de reflexión, análisis crítico y construcción de conocimientos contextualizados, vitales para la formación integral y significativa de los estudiantes de educación media. En concordancia, Carvajal, Heredero y Montes (2025) este estudio desarrollado en Ecuador investigó la integración de la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza de Ciencias Naturales en la educación media, con el objetivo de identificar nuevas estrategias pedagógicas que promuevan un aprendizaje significativo. Sin embargo, los autores destacan limitaciones vinculadas a la disponibilidad tecnológica, brechas digitales y la falta de políticas institucionales claras para su implementación adecuada. En definitiva, El estudio aborda la integración de la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza y aprendizaje en la educación media, con un enfoque particular en la materia de Ciencias Naturales. En este sentido, uno de los argumentos clave del trabajo es que la IA, a través de herramientas tecnológicas como sistemas de tutoría inteligente, plataformas adaptativas y análisis de datos, permite una enseñanza más personalizada, capaz de ajustarse a las diferentes velocidades y estilos de aprendizaje de los alumnos. Además, los autores resaltan que la

IA no solo ayuda en la personalización, sino también en la gestión eficiente del aula. Por ejemplo, mediante el análisis de datos, los docentes pueden identificar patrones en el desempeño estudiantil, anticipar dificultades y tomar decisiones pedagógicas informadas para mejorar los resultados. Esta capacidad analítica también promueve una evaluación más continua y formativa, alejándose de las pruebas tradicionales y puntuales. Se plantea es el fortalecimiento del rol del docente como mediador y facilitador del aprendizaje. En lugar de ser solo transmisores de contenido, los maestros deben formarse en competencias digitales y pedagógicas que les permitan evaluar críticamente las herramientas de IA, integrándolas de manera ética y pedagógica en sus prácticas educativas. De este modo, se busca evitar que la tecnología domine el proceso, manteniendo el enfoque en el desarrollo integral del estudiante. El estudio también destaca desafíos relacionados con la disponibilidad de recursos tecnológicos adecuados, la brecha digital entre estudiantes y docentes, y la necesidad de políticas institucionales claras que respalden la implementación de la IA en el aula. Estos factores son cruciales para garantizar que la inclusión de estas tecnologías contribuya efectivamente a la mejora educativa y no se convierta en una fuente de inequidad. En estudios más recientes, Muñoz (2025), en España, examinó el efecto de la IA y herramientas digitales en la enseñanza de asignaturas básicas en educación superior, incluyendo Ciencias Naturales, destacando cómo la IA puede transformar los procesos educativos. Muñoz señala limitaciones importantes, como la insuficiente formación docente en herramientas digitales avanzadas y la resistencia al cambio metodológico en algunos contextos académicos. Asimismo, el estudio no profundiza en cómo la IA puede integrarse específicamente con modelos pedagógicos desarrollistas en niveles educativos previos como la educación media, donde el aprendizaje significativo es fundamental para la formación científica inicial. De manera similar, Gualán, Romero y Parejo (2025) en Cuba, diseñaron y aplicaron sistemas de actividades basados en IA para fomentar el pensamiento crítico en estudiantes de Ciencias Naturales de educación básica, con resultados prometedores, pero reconociendo limitaciones en la personalización y la infraestructura escolar. Además, Parrales Poveda (2025) el objetivo del estudio es evidenciar cómo estas tecnologías, potenciadas por IA, facilitan la interacción, la colaboración y la construcción conjunta de conocimientos, aspectos fundamentales para el aprendizaje significativo en entornos educativos contemporáneos. Los resultados destacan que plataformas como Google Docs, con una media de uso de 3.30 en una escala valorativa, representan un espacio clave para la convergencia entre colaboración y escritura, favoreciendo la co-construcción del conocimiento entre

estudiantes y docentes. Sin embargo, el estudio reconoce limitaciones en cuanto a la personalización del aprendizaje y la integración explícita de modelos pedagógicos que guíen el proceso, especialmente aquellos que consideren el desarrollo progresivo del estudiante, como el modelo desarrollista. Además, no profundiza en la aplicación concreta de la IA en disciplinas específicas como las ciencias naturales ni en cómo estos avances pueden potenciar el desarrollo del pensamiento crítico en educación media. También, Medrano (2025) en Colombia, también demostró el potencial de la IA para la enseñanza de ciencias, pero identificó como limitaciones la dependencia tecnológica y la falta de exploración en la formación docente y la integración explícita de modelos pedagógicos desarrollistas. Finalmente, Martínez (2025) La investigación desarrollada en Venezuela, se enfocó en analizar el uso de tecnologías digitales en las prácticas pedagógicas del área de ciencias naturales para estudiantes de educación básica. Los resultados evidenciaron que la incorporación de tecnologías digitales, incluyendo herramientas interactivas y recursos audiovisuales, facilitó la comprensión de los contenidos y promovió una mayor participación, lo que favoreció procesos de aprendizaje más significativos en comparación con metodologías tradicionales. Sin embargo, la investigación también señaló limitaciones como la falta de formación tecnológica adecuada en algunos docentes y la insuficiente infraestructura escolar, factores que condicionaron el potencial uso óptimo de las tecnologías. De igual modo, no se profundizó en la integración explícita de modelos pedagógicos desarrollistas ni en evaluaciones longitudinales que midieran el impacto sostenido en el aprendizaje. Martínez resalta el papel transformador de las tecnologías digitales para las ciencias naturales en la educación básica desde el aprendizaje significativo, el estudio busca articular estas herramientas con el modelo pedagógico desarrollista para optimizar la enseñanza y potenciar competencias en estudiantes de educación media.

La relevancia de estos estudios radica en que, si bien muchos exploran los beneficios de la IA, a menudo señalan una laguna en la articulación explícita con modelos pedagógicos como el desarrollista, así como la necesidad de abordar la formación docente y las limitaciones de infraestructura. Por su parte, Muñoz (2026) en España, por ejemplo, investigó la convergencia entre IA y Realidad Virtual para el aprendizaje inmersivo y personalizado en ciencias naturales, aportando evidencia sobre la eficacia de combinar IA con estrategias metodológicas activas. Por consiguiente, Carrillo Uvidia (2024) en Ecuador, destacó cómo la IA permite diseñar rutas de aprendizaje individualizadas, mejorando la motivación y retención del conocimiento en ciencias naturales, aunque no profundizó en la integración

explícita con modelos pedagógicos desarrollistas.

En conjunto, estos estudios señalan el potencial de la IA para mejorar los procesos educativos, sin embargo, también evidencian una limitada articulación explícita con modelos pedagógicos desarrollistas, así como vacíos en la formación docente y en la adaptación contextual de las estrategias, lo que fundamenta la pertinencia del presente estudio.

A continuación, se señala un resumen de las investigaciones mencionadas.

Tabla 1. *antecedentes internacionales. elaboración propia.*

Autor(es) y Año	País	Objetivo de la Investigación	Metodología	Resultados y Hallazgos	Limitaciones Identificadas	Relación con el Modelo Desarrollista (Inferido)
Escandón Caguana, J. (2023)	Ecuador	Evaluar el impacto del uso de herramientas de IA en el rendimiento académico de estudiantes de décimo en ciencias naturales.	Cuantitativa con diseño cuasiexperimental (comparación de grupos).	Incremento promedio del 10% en calificaciones post-intervención; mejora en adaptación al ritmo individual y retroalimentación instantánea.	Necesidad de adaptar estrategias al contexto específico; falta de profundidad en el impacto sobre la capacitación docente.	Aporta evidencia empírica para evaluar la pertinencia y eficacia de la IA dentro de un enfoque que busca el desarrollo integral y habilidades cognitivas.
García Mendoza, M. E., et al. (2024)	Perú	Analizar el impacto de la IA en el proceso educativo del nivel secundaria mediante revisión sistemática.	Revisión sistemática (método PRISMA) de 16 artículos (2020-2024).	Contribución al logro de habilidades en diversas materias; identificación de falta de alfabetización digital en docentes y estudiantes.	Escasez de recursos tecnológicos; menor formación en competencias digitales; necesidad de implementación ética.	Refuerza el rol del docente como mediador consciente y reflexivo que utiliza la tecnología para reconocer ritmos y estilos de aprendizaje individuales.
Zhang, L., y Wang, Y. (2020)	China	Estudiar los efectos cognitivos y emocionales de la IA en adolescentes (ansiedad y desempeño).	Mixta (encuestas psicológicas y electroencefalografía - EEG).	Reducción de estrés en tareas repetitivas; sobrecarga informativa y aumento de ansiedad en temas complejos de pensamiento profundo.	No aborda factores de personalidad individuales ni diferencias culturales o socioeconómicas.	Vincula el aprendizaje con el bienestar emocional, permitiendo diseñar estrategias que minimicen la sobrecarga y favorezcan un ambiente motivador.
Delgado, N., et al. (2024)	España	Identificar percepciones del profesorado sobre beneficios y limitaciones de la IA según la etapa educativa.	Cuantitativa (estudio descriptivo mediante encuestas y análisis de correspondencias).	Beneficios en personalización y tareas administrativas; las preocupaciones varían significativamente según el nivel educativo.	Falta de seguimiento longitudinal; datos basados en percepciones subjetivas; necesidad de formación docente diferenciada.	Destaca la importancia del docente como guía de procesos cognitivos progresivos y pensamiento crítico en la etapa de educación media.
Yang, S. J. H., et al. (2021)	Japón y Taiwán	Proponer un marco de IA centrada en el ser humano donde la tecnología apoye y no reemplace al educador.	Análisis conceptual y revisión crítica de literatura.	La IA debe priorizar al educador como figura central, adaptarse a necesidades pedagógicas y considerar aspectos éticos.	El marco requiere validación empírica; desafíos técnicos de implementación y falta de indicadores de evaluación.	Se alinea totalmente al concebir la IA como un recurso mediado por el docente para fortalecer la práctica reflexiva y el desarrollo cognitivo.
Hwang, G. J., et al. (2020)	China, Taiwán y Australia	Analizar desafíos, roles y cuestiones de investigación prioritarias para la IA en educación.	Análisis exhaustivo de literatura y consulta con expertos internacionales.	Identificación de roles (tutor, asistente, evaluador); desafíos en brecha teoría-práctica, ética y formación docente.	Necesidad de evidencia a largo plazo; retos de escalabilidad; diferencias culturales poco exploradas.	Valida un enfoque que trasciende lo instrumental, priorizando la convergencia entre pedagogía y tecnología para una innovación con sentido.
Chen, L., et al. (2020)	China	Revisar aplicaciones, técnicas y tendencias de la IA en educación.	Revisión sistemática de literatura académica.	Beneficios en personalización y retroalimentación; aplicaciones en tutoría inteligente y analítica de aprendizaje.	Desafíos técnicos en precisión; preocupaciones éticas; resistencia al cambio por parte de educadores.	Aporta una taxonomía para identificar herramientas (simuladores, laboratorios) que potencien el pensamiento crítico en ciencias naturales.
Mora, Haro y Parejo (2025)	Cuba	Implementar una estrategia de IA para potenciar la indagación científica en Ciencias Naturales.	Enfoque mixto (intervenciones educativas y evaluación cuali-cuantitativa).	Mejora en motivación, pensamiento crítico y capacidad de indagación en estudiantes.	Preparación docente insuficiente; limitaciones tecnológicas institucionales.	Demuestra la eficacia de combinar IA con metodologías activas para lograr un aprendizaje significativo y construcción de conocimiento.

En el Ámbito Nacional

En el ámbito colombiano, la discusión sobre la IA en la educación también ha ganado terreno, aunque con un enfoque que resalta tanto sus beneficios como sus desafíos específicos. Bolaño-García y Duarte-Acosta (2023) realizaron una revisión sistemática identificando que la IA mejora la personalización del aprendizaje mediante recomendaciones y retroalimentación adaptadas, lo cual se alinea con el modelo desarrollista al fortalecer las prácticas pedagógicas y el rol mediador del docente. Sin embargo, estudios como el de Forero y Herrera-Suarez (2023) investigaron el efecto de ChatGPT en el rendimiento académico de estudiantes universitarios de física, encontrando una disminución significativa en el rendimiento, lo que sugiere una dependencia excesiva de la IA que puede reducir el pensamiento crítico y la autonomía. Este hallazgo articula con el modelo desarrollista al priorizar el desarrollo cognitivo y social, viendo a la IA como complemento y no como sustituto del proceso de aprendizaje profundo. Por su parte, Aparicio-Gómez (2023) analizó el rol transformador de la IA en la educación, destacando su potencial para adaptar contenidos y apoyar la evaluación docente, pero alertando sobre desafíos como la privacidad de datos, la equidad de acceso y el riesgo de ampliar la brecha digital. Estos puntos refuerzan la necesidad de integrar la IA de manera ética y pedagógica, situándola como un recurso de apoyo al rol mediador del docente. Finalmente, Rodríguez Balanta (2023) analizó cómo el modelo institucional desarrollista influye en la formación de estudiantes, evidenciando que este modelo favorece la participación activa y la comprensión de contenidos en ciencias naturales. No obstante, su estudio señaló una limitada incorporación de tecnologías emergentes y no abordó la integración de la IA, lo cual sustenta la necesidad de actualizar el modelo desarrollista integrando la IA para potenciar el aprendizaje significativo.

A continuación, se señala un resumen de las investigaciones mencionadas.

Tabla 2. *antecedentes nacionales. elaboración propia.*

Autores y Año	País	Título o Tópico del Estudio	Propósito / Objetivo	Metodología	Hallazgos Principales	Limitaciones Identificadas	Relación con el Modelo Pedagógico
Bolaño-García, M., Duarte-Acosta, N. (2023)	Colombia	Revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación.	Identificar las principales tendencias y áreas de aplicación de la IA en la educación.	Investigación basada en la búsqueda de literatura .	La IA mejora la personalización del aprendizaje mediante recomendaciones y retroalimentación adaptadas.	No aborda la calidad de datos, capacitación docente, privacidad, seguridad ni efectos éticos/sociales (equidad y sesgos).	Se alinea con el modelo desarrollista , donde la tecnología fortalece las prácticas pedagógicas y el docente es el mediador central.
Forero, M. G., y Herrera-Suarez, H. J. (2023)	Colombia	Influencia de ChatGPT en el rendimiento académico de estudiantes de física.	Investigar el impacto del uso de ChatGPT en el rendimiento académico de estudiantes universitarios de física.	Análisis experimental comparando dos cohortes (tradicional vs. integración de ChatGPT) mediante calificaciones y factores de Hake.	El uso de ChatGPT condujo a una disminución significativa en el rendimiento académico y factores de Hake negativos.	Dependencia excesiva de la IA que reduce el pensamiento crítico y la autonomía; falta de análisis del impacto a largo plazo.	Articula con el modelo desarrollista al priorizar el desarrollo cognitivo y social, viendo a la IA como complemento y no sustituto.
Aparicio-Gómez, W. O. (2023)	Colombia	Análisis del rol transformador de la IA en la educación contemporánea.	Examinar cómo la IA transforma los procesos de enseñanza-aprendizaje y su incidencia actual.	Revisión documental y análisis crítico de literatura con enfoque en innovación pedagógica.	Potencial para adaptar contenidos, apoyar la evaluación docente y optimizar procesos administrativos.	Desafíos en privacidad de datos, equidad de acceso, riesgo de reemplazo docente y ampliación de la brecha digital.	Refuerza la convergencia con el modelo desarrollista , situando a la IA como recurso de apoyo al rol mediador del docente.
Rodríguez Balanta (2023)	Colombia	Impacto de los modelos pedagógicos en los procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación.	Analizar cómo el modelo institucional desarrollista influye en la formación de estudiantes de educación media.	Metodología cualitativa (observación participante, entrevistas y análisis documental).	El modelo desarrollista favorece la participación activa y la comprensión de contenidos en ciencias naturales.	Limitada incorporación de tecnologías emergentes; el estudio no abordó la integración de la IA.	Sustenta la necesidad de actualizar el modelo desarrollista integrando la IA para potenciar el aprendizaje significativo.
Cárdenas, Herrera y colaboradores (2025)	Colombia	Convergencia de tecnologías emergentes , gamificación e IA en ciencias naturales.	Analizar cómo la integración de estas herramientas fomenta el aprendizaje significativo en educación media.	Análisis bibliográfico y comparativo de estudios previos.	La convergencia tecnológica contribuye a la motivación y personalización del aprendizaje en contenidos complejos.	Falta de formación docente específica y escasa exploración de su integración en modelos desarrollistas.	Evidencia la necesidad de estrategias que promuevan el aprendizaje significativo bajo el modelo desarrollista .
Bernal Segura (2020)	Colombia	Lineamientos de política pública para la actualización docente en TIC e IA en entornos rurales.	Identificar necesidades formativas para integrar la IA en la enseñanza de ciencias naturales en zonas rurales.	Análisis documental de políticas combinado con entrevistas y encuestas a docentes rurales.	Brecha significativa en competencias digitales y conocimiento de IA en docentes rurales, limitando la personalización.	Poca disponibilidad de recursos, falta de conectividad y carencia de formación continua contextualizada.	Establece el marco para implementar la IA en el modelo desarrollista para lograr un aprendizaje inmersivo y significativo.
Martínez Gómez y Arguello Galeano (2022)	Colombia	Integración de chatbots de IA en la formación docente de ciencias naturales.	Analizar el impacto de los chatbots en el desarrollo de competencias pedagógicas y tecnológicas.	Diseño mixto : exploratorio cualitativo (entrevistas/grupos focales) y componente cuantitativo (desempeño/percepción).	La interacción con chatbots favorece el aprendizaje autónomo , acceso a información y práctica reflexiva.	Resistencia docente al uso tecnológico, dificultades técnicas de adaptación y falta de formación continua.	Destaca el potencial para potenciar enfoques de aprendizaje activo y significativo, aunque falta profundizar en la relación directa con el modelo desarrollista.

1.2. Justificación

La creciente incorporación de la inteligencia artificial en el sector educativo ha suscitado un amplio debate académico en torno a su potencial para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, el estudio busca explorar y comprender los beneficios de integrar la IA en la educación, destacando su capacidad para personalizar el aprendizaje y desarrollar competencias cognitivas superiores en los estudiantes.

Por tanto, la investigación enfatiza que la integración de la IA en el aula no es solamente una implementación técnica, sino que implica una transformación profunda en la práctica pedagógica. La IA se concibe como una herramienta de apoyo que potencia procesos de análisis, argumentación y creación, elementos cruciales para el pensamiento crítico. Esta perspectiva requiere una reflexión pedagógica exhaustiva que permita al docente reafirmar su rol como guía del aprendizaje, mientras que el estudiante se posiciona como el protagonista activo de su propio proceso formativo.

Asimismo, se subraya la importancia de incorporar las dimensiones humanas, cognitivas y contextuales en el análisis de la convergencia entre la IA y el modelo pedagógico desarrollista. Este enfoque integral permite analizar de manera más completa y contextualizada los efectos de la convergencia entre la inteligencia artificial y el modelo pedagógico desarrollista en la consecución del aprendizaje significativo. La propuesta busca ir más allá de la implementación tecnológica, buscando una articulación coherente con los fundamentos pedagógicos y las prácticas docentes, en línea con enfoques contemporáneos que señalan que la innovación tecnológica solo cobra sentido cuando se integra de manera significativa en el aula.

1.3. Problema de Investigación

La pregunta que orienta el presente estudio, y que encapsula el problema de investigación a abordar, es la siguiente:

¿Cuáles son los efectos de la convergencia del uso de la inteligencia artificial (IA) con el modelo pedagógico desarrollista en la enseñanza de las ciencias naturales que posibilite un aprendizaje significativo en los estudiantes de educación media en la Institución Educativa Los Andes durante el periodo 2024–2026?

Esta pregunta busca indagar de manera específica cómo la interacción entre estas dos poderosas fuerzas (la IA y un modelo pedagógico centrado en el desarrollo del estudiante) puede influir en la

calidad y profundidad del aprendizaje, particularmente en una asignatura tan crucial como las ciencias naturales, en un contexto educativo definido.

1.4. Objetivos

Los objetivos del estudio se han formulado para guiar la investigación y responder a la pregunta planteada:

Objetivo General: Comprender los efectos de la convergencia del uso de la inteligencia artificial (IA) con el modelo pedagógico desarrollista en la enseñanza de las ciencias naturales que posibilite un aprendizaje significativo en los estudiantes de educación media en la Institución Educativa Los Andes durante el periodo 2024–2026.

Objetivos Específicos:

1. Reconocer las barreras tecnológicas, pedagógicas y de formación docente que limitan el uso adecuado de la inteligencia artificial en el aula, orientando una integración efectiva con el modelo pedagógico desarrollista educativo. Este objetivo busca identificar los obstáculos prácticos y conceptuales que deben superarse para una implementación exitosa.
2. Interpretar el nivel de convergencia de la inteligencia artificial con el modelo desarrollista en la práctica pedagógica de los docentes de ciencias naturales de la institución educativa Los Andes. Esto implica analizar cómo los educadores están actualmente articulando (o no) ambas dimensiones en su quehacer diario.
3. Analizar el uso de la inteligencia artificial como estrategia pedagógica para el fortalecimiento del desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes de ciencias naturales de la media académica. Este objetivo se enfoca en el potencial de la IA para promover habilidades cognitivas superiores.

Marco Teórico

Esta investigación se enmarca en la corriente constructivista, sostiene que el conocimiento se construye activamente a partir de la interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento. Según este paradigma, el aprendizaje es una construcción personal mediada por factores cognitivos, sociales y culturales, en este sentido, Lincoln y Guba (1985), también, Schwandt (1997). posicionan al constructivismo como un paradigma filosófico que enfatiza ontológicamente la manera que tiene un

individuo de construir activamente sus propias nociones de la realidad, a través de su cognición. En este sentido, esta investigación se sustenta en los postulados de David Ausubel, ya que su teoría del aprendizaje significativo destaca la importancia de relacionar nuevos conocimientos con los que ya se poseen, integrándolos de manera sustantiva y no arbitraria, para aprender se parte de aquello que el estudiante ya sabe, y que la función del docente consiste en identificar dichos conocimientos previos (2002, pg. 64). Esta afirmación constituye uno de los pilares conceptuales del presente estudio, dado que la integración de la inteligencia artificial en el aula solo resulta pedagógicamente eficaz si se articula con los esquemas cognitivos existentes del estudiante.

En la actualidad, la educación enfrenta transformaciones profundas, influenciadas por la expansión de las tecnologías digitales y de manera particular, por la irrupción de la IA como herramienta de apoyo didáctico. Según Area y Pessoa (2018), la educación contemporánea se encuentra inmersa en un proceso de cambio estructural impulsado por la digitalización, que exige replantear las metodologías de enseñanza, las competencias docentes y los modelos de aprendizaje (págs. 13-23). Este fenómeno plantea nuevos desafíos para los docentes, quienes deben repensar sus prácticas pedagógicas a la luz de estas innovaciones, sin perder de vista los principios humanistas que orientan la formación integral del estudiante.

Reflexionar sobre la incorporación de la IA en el contexto educativo implica analizar no solo su dimensión tecnológica, sino también sus implicaciones pedagógicas, éticas y sociales. Este marco se estructura, por tanto, a partir de categorías teóricas que permiten comprender cómo la IA puede integrarse armónicamente a los modelos de enseñanza tradicionales en especial, al modelo desarrollista, promoviendo aprendizajes más significativos, autónomos y contextualizados. Desde esta perspectiva, la adopción de la inteligencia artificial en los contextos educativos no puede comprenderse como un proceso meramente instrumental, sino como una mediación cultural que adquiere sentido pedagógico únicamente cuando es integrada de forma crítica y reflexiva por el docente. Piaget (1970) advierte que el desarrollo cognitivo no es resultado directo de la exposición a estímulos externos, sino de la actividad mental del sujeto frente a situaciones problemáticas, lo que refuerza la idea de que la tecnología, por sí sola, no garantiza aprendizajes significativos. En consonancia con ello, Vygotsky (1978) plantea que los instrumentos culturales entre ellos las tecnologías digitales solo potencian el aprendizaje cuando están mediados por la interacción social y la orientación experta, función que recae directamente en el docente

como agente pedagógico.

Por su parte, Ausubel (2002) subraya que el aprendizaje pierde profundidad cuando se privilegia la novedad tecnológica sobre la estructura conceptual de los contenidos, situación que puede ocurrir si la inteligencia artificial se utiliza sin un diseño didáctico fundamentado. En este sentido, el docente no solo selecciona y adapta los recursos tecnológicos, sino que orienta cognitivamente al estudiante para que estos se integren de manera sustantiva a su estructura mental. A su vez, Coll (1994) sostiene que la mediación pedagógica implica tomar decisiones conscientes sobre cómo, cuándo y para qué se utilizan los recursos, reafirmando que la tecnología debe subordinarse a los objetivos formativos y no a la inversa. En consecuencia, esta fundamentación teórica reafirma que la convergencia entre inteligencia artificial y pedagogía no supone una ruptura con los enfoques clásicos del aprendizaje, sino una oportunidad para resignificarlos en contextos contemporáneos, siempre que el docente conserve su papel central como mediador, orientador y garante del sentido educativo en la construcción del conocimiento.

A continuación, se articulan definiciones y fundamentaciones conceptuales de palabras clave que esta investigación considera de relevancia y trascendentales en la investigación.

Brecha digital: El término brecha digital hace referencia a la desigualdad en el acceso, uso, apropiación o efecto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) entre determinados grupos sociales. De este modo, los grupos se suelen determinar de acuerdo con criterios económicos, geográficos o culturales. La dificultad para acceder a las TIC agrava la desigualdad entre distintos grupos de personas, pues impide que una parte de la población acceda a las posibilidades que ofrecen. Al respecto, Lugo (2016) señala que, en toda innovación o avance tecnológico, la difusión de Internet no ha sido uniforme entre países y entre distintos grupos de la población. Sobre todo, en las primeras etapas de su implementación, las nuevas tecnologías solo han sido accesibles para quienes pueden afrontar su costo y tienen las habilidades suficientes para manejarlas generando un patrón de uso y adopción de Internet que refleja desigualdad en otras variables socioeconómicas relevantes, como el ingreso y el nivel educativo.

En concordancia con lo anterior, según Van Dijk (2005) la brecha digital se refiere a la desigualdad en el acceso, uso y aprovechamiento de las tecnologías de la información y la comunicación. Apoyando esta definición Hargittai (2010), plantea que la brecha no solo depende de la disponibilidad de dispositivos, sino también del nivel de alfabetización digital y las oportunidades de

aprendizaje. Pero, Cabero y Llorente (2015) señalan que reducir la brecha digital implica formar ciudadanos capaces de usar la tecnología con sentido crítico y ético. Por su parte, Selwyn (2022) advierte que, sin políticas educativas inclusivas, la tecnología puede profundizar las desigualdades existentes en lugar de corregirlas. Por tanto, la brecha digital hace referencia a las desigualdades en el acceso, uso y apropiación de las tecnologías entre los distintos grupos sociales o dentro de un mismo entorno escolar. En el contexto de la Institución Educativa Los Andes, esta brecha se hace evidente en las diferencias de conectividad y en el acceso desigual a herramientas digitales, lo que afecta directamente los procesos formativos y la equidad educativa. Por tal motivo, el propósito de muchas entidades involucradas en la educación es romper o deshacer dicha brecha, para eso, una estrategia que implementa es la inclusión educativa, ya que parte del principio de que todos los estudiantes, sin excepción, deben tener acceso a una educación de calidad, con igualdad de oportunidades y respeto por la diversidad.

Según Booth y Ainscow (2002) la inclusión constituye un proceso permanente orientado a identificar y eliminar las barreras que limitan la participación y el aprendizaje, entendiendo que dichas barreras se producen, en gran medida, en las prácticas, culturas y políticas de las instituciones educativas (2002, Pg. 3). En este entendido, conciben la inclusión no como un estado final ni como una medida aislada dirigida únicamente a ciertos grupos de estudiantes, sino como un proceso continuo de reflexión, análisis y transformación de las prácticas educativas. Desde su perspectiva, la inclusión implica identificar, cuestionar y eliminar de manera sistemática las barreras estructurales, pedagógicas, culturales y actitudinales que restringen la participación plena y el aprendizaje significativo de todos los estudiantes. Por otra parte, los autores subrayan que dichas barreras no residen exclusivamente en las características individuales de los estudiantes, sino que se originan, en gran medida, en las formas en que las instituciones educativas organizan el currículo, la enseñanza, la evaluación y las relaciones escolares. En este sentido, la inclusión exige una revisión crítica de las prácticas tradicionales que tienden a homogeneizar el aprendizaje y a normalizar la exclusión bajo criterios de rendimiento, eficiencia o estandarización. Asimismo, enfatizan que avanzar hacia una educación inclusiva supone movilizar recursos humanos, pedagógicos y comunitarios, promoviendo culturas escolares basadas en la colaboración, el respeto por la diversidad y la participación democrática. La inclusión, por tanto, se configura como un compromiso ético y pedagógico orientado a garantizar oportunidades equitativas de

aprendizaje, reconociendo la diversidad como un valor y no como un problema a corregir.

Desde la perspectiva de Stainback (1999) la escuela inclusiva concibe la diversidad como una oportunidad para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, promoviendo prácticas educativas flexibles y colaborativas que respondan a las necesidades de todos los estudiantes (1999, Pg. 21) En este sentido, sostienen que la escuela inclusiva parte del reconocimiento de la diversidad como una condición inherente a la naturaleza humana y no como una desviación de la norma. Desde su enfoque, las diferencias individuales ya sean cognitivas, culturales, sociales o emocionales deben asumirse como una oportunidad pedagógica para enriquecer la enseñanza, ampliar las estrategias didácticas y fortalecer el aprendizaje colectivo. Los autores argumentan que una escuela verdaderamente inclusiva no intenta homogeneizar a los estudiantes ni adaptar al alumno a un modelo rígido de enseñanza, sino que transforma sus prácticas, su currículo y su organización escolar para responder a la pluralidad del aula. En este marco, la diversidad deja de ser percibida como un obstáculo para el logro académico y se convierte en un recurso educativo que favorece la cooperación, la solidaridad y el aprendizaje significativo. Asimismo, enfatizan que valorar las diferencias implica generar ambientes de aprendizaje colaborativos, donde todos los estudiantes se sientan aceptados, participen activamente y contribuyan al aprendizaje de los demás. Esta visión refuerza la idea de que la inclusión no es únicamente una estrategia metodológica, sino un compromiso ético y pedagógico orientado a garantizar la equidad, la participación y el sentido de pertenencia dentro de la comunidad educativa.

Por consiguiente, la UNESCO (2017) plantea que la inclusión educativa debe concretarse en políticas, culturas y prácticas escolares que aseguren la equidad y la justicia social, promoviendo la participación y el aprendizaje de todo el estudiantado (Pg. 12). Por consiguiente, enfatiza que la inclusión educativa no puede entenderse como un principio abstracto ni como una acción puntual, sino que debe materializarse de manera coherente en políticas, culturas y prácticas educativas que garanticen la equidad y la justicia social dentro del aula. Desde esta perspectiva, la inclusión implica revisar y transformar los marcos normativos, las dinámicas institucionales y las estrategias pedagógicas, con el fin de asegurar que todos los estudiantes, independientemente de sus condiciones personales, sociales, culturales o educativas, cuenten con oportunidades reales y equitativas de participación y aprendizaje.

El organismo internacional subraya que construir entornos educativos inclusivos exige un compromiso sostenido de los sistemas educativos para identificar y eliminar las barreras estructurales y

pedagógicas que generan exclusión, así como para promover prácticas basadas en el respeto a la diversidad, la igualdad de derechos y la justicia social. En este sentido, la inclusión se concibe como un proceso orientado a fortalecer la cohesión social y a garantizar una educación de calidad para todos, reconociendo la diversidad como un valor fundamental del aula y de la sociedad.

Por su parte, Arnaiz (2019) la inclusión educativa requiere compromiso docente, adaptaciones curriculares y una concepción humanista de la educación que garantice el aprendizaje y la participación de todo el alumnado (Pg. 45). Él resalta que la verdadera inclusión educativa exige un compromiso ético y profesional del docente, así como una disposición permanente para repensar las prácticas pedagógicas desde una perspectiva flexible y centrada en el estudiante. La autora sostiene que la inclusión no se limita a la presencia física del alumnado en el aula regular, sino que implica la adopción de adaptaciones curriculares y estrategias didácticas que respondan a la diversidad de ritmos, estilos y necesidades de aprendizaje. Desde esta visión, el profesorado asume un rol clave como mediador del aprendizaje, responsable de generar ambientes educativos que valoren las diferencias como una oportunidad para enriquecer la enseñanza y promover el desarrollo integral de todos los estudiantes. Arnaiz subraya que esta tarea solo es posible cuando la práctica educativa se sustenta en una visión humanista del proceso educativo, orientada al respeto por la dignidad humana, la equidad y la justicia social, principios que constituyen la base de una educación inclusiva y de calidad. Por tanto, el conocimiento no se construye en la homogeneidad, sino en el encuentro con la diferencia; por ello, la educación inclusiva implica formar desde la empatía, el respeto y la comprensión de las diversas realidades culturales, sociales y cognitivas. Hablar de educación inclusiva desde la óptica de la brecha digital es fundamental porque, en el contexto educativo actual, el acceso y el uso significativo de las tecnologías se han convertido en condiciones clave para el ejercicio efectivo del derecho a la educación. Ignorar esta relación implica el riesgo de reproducir o incluso profundizar desigualdades sociales, económicas y educativas ya existentes. Entonces, la brecha digital no se limita únicamente a la falta de acceso a dispositivos o conectividad, sino que también incluye diferencias en las competencias digitales, el acompañamiento pedagógico y la posibilidad real de aprovechar las tecnologías para aprender.

Un beneficio que ofrece la inteligencia artificial para acortar la brecha digital y educativa es la retroalimentación en tiempo real que la IA ofrece, para dar respuestas inmediatas y personalizadas al desempeño de los estudiantes mediante sistemas inteligentes. La corrección de error es un proceso

esencial para el aprendizaje. Según Black y William (1998), la retroalimentación oportuna mejora el rendimiento académico al permitir identificar errores y fortalecer las estrategias de comprensión del estudiante (1998, p. 7). Para ellos, la retroalimentación oportuna constituye uno de los factores más influyentes en la mejora del rendimiento académico, ya que permite a los estudiantes identificar con claridad sus errores, comprender las causas de sus dificultades y ajustar sus estrategias de aprendizaje de manera consciente. Los autores, por lo tanto, sostienen que la evaluación formativa adquiere verdadero valor pedagógico cuando la información proporcionada al estudiante no se limita a señalar fallos, sino que ofrece orientaciones concretas para avanzar en la comprensión de los contenidos y en el desarrollo de habilidades cognitivas más complejas.

Desde esta perspectiva, la retroalimentación se convierte en un proceso dinámico de diálogo entre docente y estudiante, que favorece la autorregulación del aprendizaje y fortalece la capacidad del alumno para reflexionar sobre su propio desempeño. Black y Wiliam subrayan que cuando los estudiantes reciben comentarios claros, específicos y oportunos, se incrementa significativamente su nivel de compromiso con el aprendizaje y su capacidad para transferir lo aprendido a nuevas situaciones, lo que impacta de manera directa en mejores resultados académicos.

Por su parte, Shute (2008), la retroalimentación formativa es más efectiva cuando es inmediata, específica y adaptada al progreso del estudiante, ya que favorece la autorregulación y la mejora del aprendizaje (Pg. 154–155). Por tanto, el valor pedagógico de la retroalimentación formativa radica en su capacidad para ofrecer información inmediata, específica y ajustada al nivel de desempeño del estudiante, aspectos que influyen de manera directa en la mejora del aprendizaje. La autora argumenta que la retroalimentación resulta más efectiva cuando se entrega en el momento oportuno y se adapta a las necesidades individuales del estudiante, ya que permite corregir errores antes de que se consoliden concepciones erróneas y favorece la construcción progresiva del conocimiento. En este contexto, destaca el potencial de los sistemas inteligentes como aquellos basados en inteligencia artificial para proporcionar respuestas rápidas y personalizadas, ajustadas al progreso y ritmo de aprendizaje de cada estudiante. Este tipo de retroalimentación adaptativa contribuye a fortalecer la autorregulación, al ofrecer orientaciones claras sobre qué se hizo bien, qué debe mejorarse y cómo avanzar en el proceso de aprendizaje. La autora subraya que, cuando la retroalimentación se centra en la tarea y en los procesos cognitivos implicados, y no en juicios personales, se incrementa la motivación y el compromiso del

estudiante con su aprendizaje. Desde esta perspectiva, la incorporación de tecnologías inteligentes en los procesos evaluativos no sustituye el rol del docente, sino que lo complementa, al facilitar información diagnóstica continua que puede ser utilizada para tomar decisiones pedagógicas más pertinentes. Así, la retroalimentación apoyada en sistemas adaptativos se configura como una herramienta clave dentro de la evaluación formativa, especialmente en contextos educativos que buscan atender la diversidad y promover aprendizajes significativos.

Por su parte, Holmes (2022) los sistemas basados en inteligencia artificial pueden favorecer un acompañamiento personalizado del aprendizaje, siempre que se integren en diseños pedagógicos centrados en la persona y orientados por principios éticos (Pg. 28). Por tal motivo, destaca que los sistemas educativos basados en inteligencia artificial poseen un alto potencial para ofrecer un acompañamiento más personalizado, en la medida en que son capaces de analizar datos sobre el progreso, las dificultades y los ritmos de aprendizaje de cada estudiante. No obstante, los autores advierten que este potencial solo se materializa plenamente cuando dichas tecnologías se integran dentro de un diseño pedagógico humanizado, centrado en el bienestar, la equidad y el desarrollo integral del alumno. Desde esta perspectiva, la inteligencia artificial no debe concebirse como un sustituto del docente, sino como una herramienta de apoyo que amplía las posibilidades de seguimiento pedagógico y retroalimentación individualizada. Holmes et al. subrayan que los enfoques centrados en el ser humano permiten que la IA contribuya a fortalecer la relación pedagógica, siempre que las decisiones educativas sigan estando guiadas por criterios éticos, pedagógicos y contextuales. En este sentido, la personalización mediada por IA resulta efectiva cuando se articula con prácticas docentes reflexivas, inclusivas y sensibles a la diversidad del estudiante. Asimismo, los autores enfatizan que un diseño pedagógico humanizado implica considerar no solo el rendimiento académico, sino también aspectos como la motivación, la autonomía y la participación de los estudiantes. De esta manera, la IA se convierte en un recurso que potencia la evaluación formativa y el acompañamiento educativo, sin deshumanizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino reforzando su dimensión ética y social.

Modelo Pedagógico Desarrollista: El modelo pedagógico en las instituciones educativas se convierte en la columna vertebral que define la identidad del lugar y las prácticas de los maestros, en otras palabras, es el eje del proceso enseñanza y aprendizaje. Por tanto, es importante en la construcción del quehacer educativo institucional, reflexionar sobre el modelo pedagógico que se debe adoptar y las

adaptaciones que por naturaleza se deben aplicar al contexto. Según Flórez Ochoa (1994) el modelo pedagógico “es un sistema formal que relaciona los agentes educativos con el conocimiento científico para conservarlo, innovarlo, producirlo o recrearlo dentro de un contexto social, histórico, geográfico y culturalmente determinado” (pág. 23). Entonces, esta concepción pone de relieve que la pedagogía no es un conjunto de técnicas aisladas, sino una estructura teórica y práctica que orienta de manera intencional los procesos de enseñanza y aprendizaje. Desde esta perspectiva, Flórez subraya que los modelos pedagógicos expresan visiones particulares sobre el conocimiento, el aprendizaje, el rol del docente y del estudiante, así como sobre la función social de la educación. En consecuencia, el conocimiento profundo de estos modelos se convierte en una condición necesaria para que las instituciones educativas puedan tomar decisiones pedagógicas coherentes con su contexto y sus fines formativos. El autor sostiene que ningún modelo pedagógico es neutro o universal, pues su validez y eficacia dependen de las condiciones socioculturales en las que se implementa.

A partir de este planteamiento, puede inferirse que, aunque los modelos pedagógicos comparten el propósito general de preservar e impulsar el conocimiento científico, cada institución educativa enfrenta el desafío de adaptar el modelo seleccionado a su realidad social y cultural específica. En este sentido, la eficacia del modelo no radica únicamente en su fundamentación teórica, sino en la manera en que se concreta en prácticas pedagógicas pertinentes, contextualizadas y coherentes con las necesidades de la comunidad educativa. Esta interpretación refuerza la idea de Flórez de que la pedagogía es una construcción histórica y social, sujeta a procesos permanentes de reflexión, ajuste e innovación

Esta definición implica un amplio conocimiento sobre los modelos pedagógicos, con el fin de elegir el pertinente en una institución; si bien, el propósito de los modelos pedagógicos es común mantener e innovar el conocimiento científico; la tarea que se le asigna a cada institución es hacer que el modelo elegido sea eficaz en un espacio social y culturalmente particular.

En este proyecto de investigación utilizamos el modelo pedagógico desarrollista que tienen como raíces los psicólogos Jean Piaget, Lev Vygotsky, David Ausubel y Jerome Brunner. En el desarrollo de esta teoría se dio prioridad a la forma como los niños adquieren y procesan la información donde los estudiantes llegan al conocimiento y al aprendizaje a través de esquemas mentales que al mismo tiempo son moldeados por fases como asimilación, adaptación y acomodación los cuales desembocan en equilibradamente en el aprendizaje (Piaget, 1970; Ausubel, 2002).

En coherencia con este enfoque, el docente que es quien enseña actúa en este modelo como el propiciador u orientador del proceso enseñanza y aprendizaje, mediante un proceso exploratorio guiado y recibido por el estudiante en el cual hace presencia el aprendizaje significativo, el cual ya ha sido planeado por el docente en su amplio trasegar y conocimiento detallado de los procedimientos cognitivos. En contraste con lo expresado el estudiante necesariamente debe ser activo en este procedimiento de aprendizaje, comprometidos con su rol y dispuestos a aprender haciendo, bajo un despliegue de sus capacidades cognitivas de tal forma que puedan resolver problemas, con sentido crítico, sin dejar de lado la creatividad y la reflexión, cuyo producto final refleja los conocimientos adquiridos, así como destrezas y habilidades (Cantor y Altavaz, 2019).

Así mismo, el modelo pedagógico desarrollista concibe el aprendizaje como un proceso orientado y acompañado por el docente, quien interviene pedagógicamente de acuerdo con las etapas de desarrollo cognitivo del estudiante. Este modelo reconoce la importancia de atender los ritmos de aprendizaje, las necesidades y las potencialidades de cada educando, promoviendo el desarrollo integral de sus capacidades cognitivas, sociales y emocionales. De acuerdo con Piaget (1972), el conocimiento surge de la interacción entre el sujeto y el medio, a través de los procesos de asimilación y acomodación, los cuales permiten el equilibrio cognitivo. Para Vygotsky (1979). Complementa esta visión al afirmar que el aprendizaje se potencia mediante la mediación social y el lenguaje, especialmente en la denominada zona de desarrollo próximo, donde la guía del docente resulta esencial. Por su parte, Bruner (1991). Propone que el desarrollo intelectual se estimula cuando el estudiante participa activamente en la resolución de problemas, construyendo significados a partir de su experiencia. De manera más reciente, Díaz y Hernández (2018) sostienen que el modelo desarrollista sigue siendo pertinente, ya que promueve una enseñanza centrada en la comprensión, la experimentación y el diálogo entre saberes (p. 45–47). Desde esta perspectiva el rol del maestro no se limita a transmitir información, sino a diseñar experiencias que favorezcan la exploración y la autonomía en los estudiantes. Este modelo, por tanto, encaja de manera coherente con los retos educativos del siglo XXI, donde el educando debe aprender a pensar, cuestionar y crear, más allá de memorizar. Desde el punto de vista epistemológico, conciben al estudiante como sujeto activo en la construcción del conocimiento. En consecuencia, el docente se convierte en un guía que favorece procesos de aprendizaje reflexivos, promoviendo la autonomía, el pensamiento crítico y la capacidad para aplicar los saberes en contextos reales.

Inteligencia artificial en la educación: El concepto de Inteligencia Artificial no es nuevo, a lo largo de la historia ha ido evolucionando, impulsada por los avances en la tecnología y la ciencia. Bostrom (2014) enfatiza que la inteligencia artificial no debe entenderse como un fenómeno repentino o como una tecnología mágica surgida de la nada. Por el contrario, la IA es el fruto de una evolución meticulosa y constante en el campo científico y tecnológico, marcada por múltiples avances en la comprensión del funcionamiento de la inteligencia y el diseño de sistemas computacionales capaces de emular determinados procesos cognitivos. Esta perspectiva histórica y crítica es fundamental para contextualizar el desarrollo de la IA, puesto que permite valorar los logros alcanzados a la luz de los retos persistentes y reflexionar sobre las implicaciones éticas y sociales que surgen con su expansión. Bostrom plantea que la IA debe ser estudiada como un agente con capacidades derivadas directamente de la ingeniería humana, lo que implica que su comportamiento y aplicaciones están condicionados por las decisiones y valores insertados en sus diseños (Bostrom, 2014). Esta postura invita a una evaluación rigurosa y multidisciplinaria de la tecnología, evitando caer en percepciones idealizadas o distópicas que dificulten su integración responsable en ámbitos como la educación. Según Russell y Norvig (2016), reconocidos expertos en el campo de la inteligencia artificial ofrecen una definición clásica pero integral que considera la IA como el conjunto de sistemas y algoritmos diseñados para ejecutar funciones que, históricamente, han requerido la inteligencia humana. Estas funciones incluyen aspectos complejos como el razonamiento lógico, la capacidad de aprendizaje a partir de datos, la resolución de problemas y la toma de decisiones contextualizadas. Este enfoque pone énfasis en la funcionalidad y utilidad de la IA, demostrando que su valor radica en la capacidad de procesar información y adaptarse a distintos escenarios mediante mecanismos computacionales sofisticados. Además, destaca la relevancia de aspectos como los algoritmos de aprendizaje automático y el procesamiento del lenguaje natural, que permiten a las máquinas no solo realizar tareas específicas, sino mejorar su rendimiento con el tiempo. En el ámbito académico, la comprensión de la IA desde esta perspectiva implica analizar tanto sus capacidades técnicas como las implicaciones pedagógicas que su uso tiene para el aprendizaje y la enseñanza (Russell & Norvig, 2016). De acuerdo con Holmes, Bielik y Fadel (2019), la inteligencia artificial abre nuevas ventanas para personalizar el proceso educativo, adaptándose a las necesidades particulares de cada estudiante. Esta capacidad para individualizar la enseñanza va más allá del enfoque tradicional homogéneo, pues permite que los sistemas ofrecen retroalimentación inmediata, lo que

facilita la identificación temprana de dificultades y la implementación de estrategias adaptativas. Los autores resaltan que la IA puede asistir a los docentes mediante herramientas que analizan patrones de aprendizaje, predicen el rendimiento y brindan recursos personalizados, lo que a su vez contribuye a optimizar la gestión educativa. Esta perspectiva sostiene que el uso responsable de la IA tiene el potencial de crear ambientes de aprendizaje más inclusivos y dinámicos, donde el estudiante adopte un rol activo gracias a una interacción constante y significativa con la tecnología. Dicha personalización, basada en datos y algoritmos, promete mejorar no solo el rendimiento académico, sino también la motivación y el compromiso de los estudiantes (Holmes, Bielik, & Fadel, 2019).

En sentido, Luckin (2018) profundiza en cómo la inteligencia artificial, al adaptarse al ritmo individual de cada estudiante, favorece la motivación y el desarrollo del aprendizaje autónomo. Este argumento se basa en la premisa de que los sistemas inteligentes pueden reconocer los estilos, ritmos y necesidades específicas de aprendizaje, lo que permite crear itinerarios personalizados que respetan las particularidades de cada persona. Según Luckin, esta adaptabilidad es crucial para mantener vivo el interés del estudiante, ya que evita la frustración asociada con contenidos demasiado avanzados o básicos, promoviendo una experiencia educativa que potencia la autoeficacia. Asimismo, señala que la IA puede actuar como un entrenador personal, orientando y estimulando el progreso con base en datos precisos sobre el desempeño y las dificultades detectadas. Este enfoque fomenta el desarrollo de competencias autorreguladas y metacognitivas, esenciales para que los aprendices se conviertan en agentes activos y responsables de su propio proceso formativo.

Sin embargo, Zawacki-Richter y colaboradores (2019) plantean que la inteligencia artificial tiene un efecto transformador en la educación, siempre que su aplicación se realice bajo criterios éticos rigurosos. Según estos autores, la IA facilita un análisis profundo y detallado sobre las necesidades individuales de los aprendices, lo que puede traducirse en metodologías educativas más inclusivas, equitativas y orientadas al desarrollo integral. Sin embargo, advierten sobre la importancia de afrontar desafíos éticos como la protección de datos personales, la transparencia en el uso de algoritmos y la evitación de sesgos que puedan perpetuar desigualdades sociales. La transformación educativa posible mediante la IA debe garantizar el respeto a la dignidad y derechos de los estudiantes, así como promover la justicia y la equidad en el acceso a recursos y oportunidades. Por tanto, la ética emerge como un eje central para el diseño, implementación y evaluación de soluciones basadas en inteligencia artificial en

contextos educativos, asegurando que los beneficios de esta tecnología se distribuyan de forma justa y responsable.

Por ende, la irrupción de la IA en la educación ha dado paso al aprendizaje personalizado, adaptable y accesible para todos. Esta revolución tecnológica no solo implica la implementación de herramientas y sistemas inteligentes, sino que también exige una redefinición de los roles que desempeñan los diferentes sujetos involucrados en el proceso educativo. En ese orden de ideas, los estudiantes se convierten en protagonistas activos de su propio aprendizaje, la IA les permite acceder a experiencias personalizadas que se adaptan a su ritmo, estilo de aprendizaje e intereses específicos, mientras que los sistemas inteligentes pueden identificar sus fortalezas, debilidades y áreas de mejora, proporcionando retroalimentación en tiempo real y guiándolos en la selección de recursos y actividades acordes a sus necesidades. Acerca del tema, refiere Mitra (2019) que la IA ayuda a los estudiantes a aprender de forma más eficiente y eficaz. En cuanto a los docentes, pasaron de ser meros transmisores de conocimiento a convertirse en un guía y facilitador del aprendizaje. Su función se centra en crear entornos de aprendizaje dinámicos y personalizados, aprovechando las herramientas de IA para potenciar sus habilidades pedagógicas. Igualmente, se convierten en curadores de contenido, diseñadores de experiencias de aprendizaje y mentores que acompañan a los estudiantes en su camino hacia el éxito. En este sentido, la integración de la inteligencia artificial en la educación abre un amplio abanico de posibilidades para personalizar el aprendizaje, adaptándolo a las necesidades, ritmos y estilos de cada estudiante. Esta transformación educativa supone, a su vez, múltiples oportunidades y desafíos que deben ser analizados de manera crítica para garantizar una implementación efectiva, ética y pedagógicamente responsable (UNESCO, 2021).

Entre las principales oportunidades se encuentra el aprendizaje personalizado, ya que los sistemas de IA permiten diseñar experiencias educativas ajustadas a las características individuales de cada estudiante, identificando fortalezas, debilidades, intereses y ritmos de aprendizaje, lo que favorece procesos formativos más inclusivos y significativos (Holmes et al., 2019). Asimismo, la IA posibilita la detección temprana de dificultades de aprendizaje, al analizar grandes volúmenes de datos sobre el desempeño académico y reconocer patrones que alertan sobre posibles rezagos o barreras en el aprendizaje, permitiendo al docente intervenir de forma oportuna y brindar apoyo personalizado (Luckin et al., 2016). De igual manera, la personalización mediada por la IA contribuye al fomento de la

autonomía y la motivación estudiantil, dado que los estudiantes pueden asumir un rol más activo en su proceso educativo, tomar decisiones informadas sobre su aprendizaje y avanzar a su propio ritmo, fortaleciendo la motivación intrínseca y el compromiso con su formación (Ryan & Deci, 2020).

Por otra parte, existen algunas características que distinguen la inteligencia artificial de otras tecnologías. Entre las más importantes se encuentran la imitación de la cognición humana, ya que la IA busca reproducir la forma de pensar y actuar del ser humano, incorporando habilidades como la resolución de problemas, el aprendizaje, la percepción y la toma de decisiones (Russell & Norvig, 2021). Asimismo, destaca la automatización de procesos, pues permite ejecutar tareas repetitivas y complejas de manera eficiente, liberando tiempo y recursos que pueden destinarse a actividades de mayor valor estratégico y creativo (Kaplan & Haenlein, 2019).

Otra característica fundamental es su capacidad de aprendizaje, dado que los sistemas de IA pueden aprender a partir de los datos y la experiencia, mejorando progresivamente su desempeño conforme se exponen a nueva información, lo cual constituye la base del aprendizaje automático (Goodfellow, 2016). De igual forma, la IA presenta una notable adaptabilidad a entornos cambiantes, ya que puede ajustar su comportamiento en función de la información recibida, permitiéndole operar eficazmente en contextos dinámicos y complejos (Russell & Norvig, 2021). Finalmente, algunos sistemas avanzados incorporan la toma de decisiones autónomas, lo que les permite actuar sin intervención humana directa, basándose en modelos algorítmicos y grandes volúmenes de datos previamente analizados (Kaplan & Haenlein, 2019). Además, La inteligencia artificial puede clasificarse en distintos tipos según su nivel de complejidad y el alcance de sus capacidades cognitivas. Esta clasificación permite diferenciar entre sistemas diseñados para realizar tareas específicas y limitadas, conocidos como inteligencia artificial débil, y aquellos de carácter hipotético que buscan emular la inteligencia humana de manera integral, denominados inteligencia artificial fuerte o general. Dicha distinción resulta fundamental para comprender las posibilidades, límites y desafíos actuales y futuros del desarrollo de la inteligencia artificial (Russell & Norvig, 2021).

La inteligencia artificial débil, también conocida como inteligencia artificial estrecha, se refiere a sistemas diseñados para realizar tareas específicas y limitadas. Este tipo de IA no tiene como objetivo alcanzar la conciencia ni una comprensión general del mundo, sino resolver problemas concretos dentro de un dominio definido (Russell & Norvig, 2021). En este sentido, su funcionamiento se basa en

algoritmos y modelos entrenados para ejecutar acciones puntuales de manera eficiente. Entre sus principales características se encuentra su enfoque limitado, ya que se especializa en tareas como el reconocimiento facial, el juego del ajedrez o la traducción automática de idiomas (Nilsson, 2014). Asimismo, la IA débil no posee conciencia ni estados mentales, pues carece de comprensión profunda del entorno y opera mediante el reconocimiento de patrones y reglas previamente establecidas (Searle, 1980). Ejemplos representativos de este tipo de IA incluyen los asistentes virtuales como Siri y Alexa, los sistemas de recomendación utilizados en plataformas digitales y los filtros automáticos de correo no deseado (Kaplan & Haenlein, 2019).

Por su parte, la inteligencia artificial fuerte, también denominada inteligencia artificial general, constituye un tipo hipotético de IA que va más allá de las capacidades de la IA débil. A diferencia de esta última, la IA fuerte busca replicar o incluso superar la inteligencia humana en todos sus aspectos cognitivos, incluyendo la capacidad de razonar, aprender y comprender el mundo de manera integral (Russell & Norvig, 2021). Este tipo de IA se caracterizaría por poseer una amplia gama de habilidades cognitivas, tales como el aprendizaje autónomo, la resolución de problemas complejos, la toma de decisiones, la creatividad y la comprensión del lenguaje natural (Goertzel & Pennachin, 2007). Además, se plantea que la IA fuerte podría ser consciente de sí misma y de su entorno, llegando incluso a experimentar sensaciones y emociones, lo cual constituye uno de los principales debates filosóficos y científicos en torno a su viabilidad (Searle, 1980). Asimismo, tendría la capacidad de actuar de forma independiente, adaptarse a nuevas situaciones y aprender de experiencias pasadas sin necesidad de intervención humana directa (Bostrom, et, al., 2014).

En consecuencia, con todo lo antes escrito, la IA no debe entenderse como sustituto del maestro, sino como una herramienta que amplía las posibilidades pedagógicas, ya que cuando se usa con intención educativa, puede convertirse en un medio poderoso para fortalecer el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo.

En este entendido, se presenta un listado de algunas herramientas de inteligencia artificial que pueden ser aplicables en la educación, clasificado por función pedagógica, útil para docentes.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICABLES A LA EDUCACIÓN.		
CLASIFICACIÓN	TIPO	FUNCIÓN PEDAGÓGICA

IA para apoyo al docente y planificación educativa	ChatGPT	Planeación de clases, Redacción de guías, talleres y rúbricas, y Apoyo conceptual y retroalimentación académica
	Claude.	Escritura académica extensa, Análisis crítico de textos, y Apoyo en investigaciones y marcos teóricos
	Perplexity AI	Búsqueda académica asistida y Síntesis de información con fuentes
IA para aprendizaje personalizado del estudiante	Khanmigo	Tutor inteligente personalizado y Aprendizaje guiado paso a paso
	Duolingo Max	Aprendizaje adaptativo de idiomas y Retroalimentación conversacional
	Socratic	Resolución guiada de problemas, y Apoyo en ciencias, matemáticas y lenguaje
IA para evaluación y retroalimentación	Gradescope	Calificación asistida y Análisis de patrones de error
	Quizizz AI	Evaluaciones adaptativas y Retroalimentación inmediata
	Turnitin	Detección de similitud y Análisis de

		originalidad (uso ético)
IA para creación de contenidos educativos	Canva AI	Presentaciones educativas y Material visual didáctico
	MagicSchool AI	Planeación curricular y Diferenciación pedagógica
	Diffit	Adaptación de textos por nivel e Inclusión educativa
IA para analítica del aprendizaje y seguimiento	Century Tech	Analítica educativa y Seguimiento del progreso cognitivo
	ALEKS	Diagnóstico de conocimientos previos y Aprendizaje adaptativo en matemáticas y ciencias
IA para accesibilidad e inclusión educativa	Microsoft Immersive Reader	Apoyo a estudiantes con dificultades lectoras e Inclusión y accesibilidad
	Otter.ai	Transcripción automática de clases y Apoyo a estudiantes con discapacidad auditiva
Elaboración propia		

Tabla 3. aplicaciones de la IA. Elaboración propia.

Desde una perspectiva desarrollista, estas herramientas deben entenderse como mediadoras del aprendizaje, nunca como sustitutas del docente. Su uso efectivo depende de formación pedagógica del profesorado, intencionalidad didáctica y evaluación ética y contextualizada. También, se presenta un listado especializado de algunas herramientas de inteligencia artificial utilizadas en el área de Ciencias Naturales (biología, química, física y ciencias integradas) como apoyo al proceso educativo, organizado

por función pedagógica, con enfoque didáctico y aplicable a educación básica, media y superior.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL UTILIZADAS EN EL ÁREA DE CIENCIAS NATURALES		
CLASIFICACIÓN	TIPO	FUNCIÓN PEDAGÓGICA
IA para simulación y experimentación científica	PhET Interactive Simulations	Simulaciones interactivas de física, química y biología, Favorece la comprensión de fenómenos abstractos e Ideal para aprendizaje por indagación
	Labster	Laboratorios virtuales con IA, Experimentación segura y guiada, y Desarrollo de pensamiento científico
	MEL Science	Experimentos guiados con apoyo digital e Integración teoría-práctica
IA para apoyo conceptual y resolución de problemas	ChatGPT	Explicación de conceptos científicos, Apoyo en resolución de problemas químicos y físicos, y Generación de actividades tipo ICFES
	Socratic	Resolución guiada de problemas científicos y Apoyo en ciencias naturales y matemáticas
	Wolfram Alpha	Cálculos científicos y modelación, y Visualización de funciones y reacciones
IA para biología y ciencias de la vida	BioDigital Human	Exploración interactiva del cuerpo humano y Apoyo a anatomía y fisiología
	Google DeepMind – AlphaFold	Predicción de estructuras de proteínas y Uso educativo en biología molecular (nivel avanzado)

IA para química y laboratorio escolar	Chemix	Diseño de montajes de laboratorio y Visualización de reacciones químicas
	MolView	Visualización de moléculas en 2D y 3D, y Apoyo a estructura molecular y enlaces
IA para física y análisis de fenómenos	Algodoos	Simulación de fenómenos físicos y Aprendizaje experimental virtual
	Tracker	Análisis de movimiento mediante video y Desarrollo de competencias investigativas
IA para evaluación y seguimiento en ciencias	Gradescope	Evaluación de ejercicios científicos y Retroalimentación basada en patrones
	Quizizz AI	Evaluaciones adaptativas en ciencias, y Motivación y gamificación
Elaboración propia		

Tabla 4. aplicaciones de IA en ciencias naturales. *Elaboración propia.*

Desde una perspectiva desarrollista y de aprendizaje significativo, la incorporación de herramientas basadas en inteligencia artificial en el área de Ciencias Naturales adquiere un notable valor pedagógico, en tanto posibilita la visualización de fenómenos que no son directamente observables, como los procesos moleculares, las interacciones atómicas o las dinámicas ecológicas complejas, lo que contribuye a una construcción gradual y sólida del conocimiento científico (Ausubel, 2002; Gilbert, 2008). De igual manera, dichas herramientas favorecen el aprendizaje por indagación, ya que brindan a los estudiantes la oportunidad de formular preguntas, contrastar hipótesis, analizar información y elaborar explicaciones fundamentadas, en coherencia con los principios del aprendizaje activo y del desarrollo cognitivo planteados por Piaget (1972) y fortalecidos por enfoques actuales de la educación científica (Bybee, 2013). En este contexto, la inteligencia artificial no reemplaza la labor docente, sino que potencia su función mediadora, al ofrecer información adaptativa y retroalimentación pertinente que el profesor interpreta, orienta y contextualiza pedagógicamente dentro de la zona de desarrollo próximo

del estudiante, tal como lo expone Vygotsky (1978). Finalmente, la integración de estas herramientas contribuye al desarrollo de competencias científicas como la observación sistemática, el análisis crítico, la argumentación sustentada en evidencias y la resolución de problemas, competencias esenciales para la alfabetización científica y la formación integral de los estudiantes en los contextos educativos contemporáneos (OECD, 2019; UNESCO, 2021).

Aprendizaje significativo: El aprendizaje significativo es una de las teorías más influyentes en la psicología y la pedagogía contemporánea, especialmente en el campo de las Ciencias Naturales y la educación científica. Su principal fundamento radica en que aprender no consiste en memorizar información de manera aislada, sino en comprender, relacionar e integrar nuevos conocimientos con los saberes previos que posee el estudiante, de forma estable y funcional. Desde la perspectiva propuesta por David Ausubel, el aprendizaje significativo ocurre cuando el nuevo contenido se vincula de manera sustancial y no arbitraria con la estructura cognitiva del alumno, es decir, con los conceptos, ideas y experiencias que ya posee (Ausubel, 2002). En contraste con el aprendizaje mecánico o memorístico, este tipo de aprendizaje permite que el conocimiento adquirido perdure en el tiempo, sea transferible a nuevas situaciones y pueda utilizarse para resolver problemas reales. Para que ello suceda, Ausubel señala tres condiciones esenciales: la significatividad lógica del contenido, la disposición del estudiante para aprender y la existencia de conocimientos previos relevantes, a los que denomina *subsumidores*.

La significatividad lógica del contenido hace referencia a que los saberes que se presentan al estudiante deben estar organizados de manera clara, coherente y estructurada, de modo que puedan ser comprendidos y relacionados con otros conceptos ya existentes. No se trata únicamente de la cantidad de información, sino de la forma en que esta se articula internamente, evitando fragmentaciones o presentaciones aisladas que dificulten su comprensión. Cuando los contenidos poseen una estructura lógica adecuada, se facilita su integración cognitiva y se reduce la probabilidad de que el aprendizaje derive en una simple memorización pasajera.

La disposición del estudiante para aprender constituye un componente de carácter motivacional y actitudinal que resulta determinante en el proceso de aprendizaje significativo. Esta condición implica que el estudiante esté dispuesto a establecer relaciones entre lo nuevo y lo que ya sabe, mostrando interés, apertura cognitiva y voluntad para comprender. Aun cuando el contenido esté bien estructurado y existan conocimientos previos pertinentes, el aprendizaje difícilmente será significativo si el estudiante

adopta una actitud pasiva o se limita a repetir información sin intención de comprenderla.

Finalmente, la existencia de conocimientos previos relevantes, denominados por Ausubel como *subsumidores*, representa el eje central del aprendizaje significativo. Estos conocimientos actúan como anclajes cognitivos que permiten incorporar la nueva información de manera sustancial y no arbitraria. Los subsumidores no solo facilitan la comprensión del nuevo contenido, sino que también se transforman y enriquecen a partir de la interacción con la nueva información, dando lugar a una reorganización progresiva de la estructura cognitiva del estudiante. De este modo, el aprendizaje significativo no implica una simple acumulación de saberes, sino un proceso dinámico de construcción, ajuste y profundización del conocimiento.

En este contexto del aprendizaje significativo, el término subsumidores hace referencia a los conocimientos previos que posee el estudiante y que funcionan como estructuras cognitivas de anclaje para incorporar nueva información de manera comprensiva.

Según David Ausubel, los subsumidores son conceptos, ideas o proposiciones ya existentes en la mente del estudiante que permiten relacionar, interpretar y dar sentido a los nuevos contenidos que se presentan durante el proceso de enseñanza. No se trata de cualquier conocimiento previo, sino de aquellos saberes que son relevantes, estables y suficientemente claros como para servir de base a nuevos aprendizajes. Además, los subsumidores no permanecen estáticos, sino que se transforman y enriquecen a medida que se incorporan nuevos conocimientos. Este proceso implica una reorganización cognitiva progresiva, en la cual tanto el conocimiento previo como el nuevo se modifican mutuamente, fortaleciendo la comprensión y ampliando el marco conceptual del estudiante. En síntesis, los subsumidores son la base cognitiva fundamental del aprendizaje significativo, ya que permiten que el conocimiento se construya de manera profunda, coherente y funcional, favoreciendo la comprensión, la transferencia y la aplicación del aprendizaje en diferentes contextos educativos.

Por consiguiente, el aprendizaje significativo se articula estrechamente con el enfoque desarrollista, ya que reconoce que el estudiante construye activamente su conocimiento a partir de su nivel de desarrollo cognitivo. En este sentido, los aportes de Jean Piaget resultan fundamentales, pues su teoría del desarrollo cognitivo explica cómo los estudiantes organizan y reorganizan sus esquemas mentales mediante procesos de asimilación y acomodación, lo cual coincide con la idea de que el aprendizaje significativo implica una reorganización progresiva de las estructuras cognitivas (Piaget,

1972). Desde esta perspectiva, aprender significativamente supone un proceso evolutivo, en el que el conocimiento se construye de manera gradual y coherente con el desarrollo intelectual del estudiante. Asimismo, el aprendizaje significativo se ve fortalecido por el enfoque sociocultural propuesto por Lev Vygotsky, quien enfatiza el papel de la interacción social y del lenguaje en la construcción del conocimiento. La noción de zona de desarrollo próximo resulta clave, ya que plantea que el aprendizaje ocurre de manera óptima cuando el estudiante recibe mediación pedagógica adecuada, especialmente por parte del docente, quien orienta, guía y contextualiza los nuevos contenidos para que puedan integrarse de forma significativa (Vygotsky, 1978). En este marco, el docente no es un transmisor pasivo de información, sino un mediador del aprendizaje, responsable de generar condiciones didácticas que favorezcan la comprensión profunda.

En el ámbito de las Ciencias Naturales, el aprendizaje significativo adquiere un valor particular, debido a la complejidad conceptual de los fenómenos científicos. Comprender procesos como las reacciones químicas, las interacciones moleculares o los sistemas ecológicos requiere que los estudiantes establezcan relaciones conceptuales sólidas y coherentes, más allá de la simple memorización de fórmulas o definiciones. Diversos estudios en didáctica de las ciencias señalan que el aprendizaje significativo favorece la alfabetización científica, el pensamiento crítico, la argumentación basada en evidencias y la resolución de problemas, competencias esenciales para la formación integral del ciudadano contemporáneo (Bybee, 2013; OECD, 2019).

En síntesis, el aprendizaje significativo constituye un enfoque pedagógico profundo y vigente que concibe al estudiante como sujeto activo de su propio aprendizaje, reconoce la importancia de los conocimientos previos, valora el rol mediador del docente y promueve la comprensión, la transferencia y la aplicación del conocimiento. Su integración con enfoques desarrollistas y con tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, representa una oportunidad pedagógica relevante siempre que se mantenga el sentido formativo, crítico y humanizante del proceso educativo. En concordancia Novak (1998) amplía esta idea al explicar que el aprendizaje significativo implica una reorganización de las estructuras cognitivas, lo cual da sentido a lo aprendido. Según Moreira (2012), la clave está en que el estudiante encuentre relevancia personal en el contenido, lo que estimula la comprensión profunda. Y más recientemente Mora (2021) destaca que el aprendizaje significativo requiere de mediación constante, acompañamiento docente y el uso de recursos que conecten teoría con práctica.

En este sentido, la IA puede ser una herramienta útil para facilitar experiencias personalizadas, pero su eficacia depende del diseño pedagógico y del acompañamiento docente que la oriente hacia el desarrollo del pensamiento reflexivo.

Pensamiento crítico: El pensamiento crítico constituye una de las competencias cognitivas más relevantes en la educación contemporánea, ya que permite a los estudiantes analizar, evaluar y construir conocimiento de manera reflexiva, autónoma y fundamentada. No se trata únicamente de cuestionar la información recibida, sino de desarrollar la capacidad de pensar con rigor, reconocer supuestos, identificar argumentos, valorar evidencias y tomar decisiones razonadas en contextos diversos y complejos. Desde una perspectiva clásica, John Dewey (1933), considerado uno de los pioneros en la conceptualización del pensamiento crítico, acuñó el término "pensamiento reflexivo". Para Dewey, este constituye un proceso activo y persistente durante el cual se examinan las creencias y supuestos a la luz de sus fundamentos y consecuencias. Esta perspectiva plantea que el pensamiento crítico trasciende la aceptación pasiva de ideas recibidas, implicando una actitud investigativa que conecta la experiencia con la reflexión. En el ámbito educativo, este enfoque es fundamental, pues promueve un aprendizaje significativo donde el estudiante no solo memoriza, sino que integra y cuestiona la información, desarrollando así una comprensión profunda y auténtica del conocimiento. Dewey establece el pensamiento crítico como un proceso dinámico, en el que aprender es a la vez experimentar y reflexionar críticamente sobre dichas experiencias, fomentando la autonomía intelectual y la responsabilidad. Por consiguiente, Robert Ennis (1985, 2018) amplió esta definición enfatizando que el pensamiento crítico es un pensamiento razonable y reflexivo cuyo objetivo es decidir qué creer o qué hacer. Esta definición subraya el carácter intencional y práctico del pensamiento crítico como una habilidad activa y funcional en la vida cotidiana, académica y profesional. Ennis destaca que no se trata solo de habilidades cognitivas aisladas, sino de un conjunto integrado de habilidades y disposiciones intelectuales como apertura mental, honestidad intelectual, y disposición al cuestionamiento que permiten procesar información, evaluar evidencias, construir argumentos y tomar decisiones fundamentadas. Su enfoque implica que el desarrollo del pensamiento crítico no debería limitarse a la teoría abstracta, sino que debe ser cultivado a través de experiencias de aprendizaje prácticas que involucren la construcción de argumentos, la solución de problemas y la toma de decisiones informadas. Este planteamiento conecta la enseñanza del pensamiento crítico con el desarrollo de habilidades para la

vida, promoviendo ciudadanos activos y responsables.

Según Peter Facione (2015), a través del proyecto Delphi, ofreció un modelo sistematizado del pensamiento crítico como un conjunto de habilidades cognitivas centrales: interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación, acompañadas de actitudes que favorecen su ejercicio consciente y responsable. Esta concepción permite entender el pensamiento crítico como una competencia susceptible de ser enseñada y evaluada, lo que resulta especialmente relevante para la educación formal. Facione subraya la necesidad de integrar tanto las habilidades cognitivas como las disposiciones actitudinales como la curiosidad y la perseverancia para que el pensamiento crítico se despliegue efectivamente. Su marco ha servido como base para el diseño curricular y la evaluación en diferentes contextos educativos, proponiendo que dichas habilidades pueden desarrollarse sistemáticamente mediante estrategias pedagógicas específicas que promuevan la reflexión, la argumentación y la autorregulación. Desde una perspectiva constructivista y desarrollista, Jean Piaget (1972) aportó un marco explicativo fundamental al señalar que el desarrollo del pensamiento, incluido el crítico, se produce mediante procesos de desequilibrio y reequilibrio cognitivo. Según Piaget, el pensamiento crítico implica la capacidad de enfrentar contradicciones, cuestionar esquemas mentales previos y reorganizar el conocimiento a partir de nuevas evidencias. Esto implica que el desarrollo del pensamiento crítico no es innato, sino progresivo y vinculado a etapas del desarrollo cognitivo, donde el estudiante se convierte en un agente activo que reconstruye su conocimiento a partir de la interacción con el entorno y la experiencia. Desde esta perspectiva, los procesos educativos deben propiciar situaciones que estimulen el conflicto cognitivo y la reflexión, facilitando la transformación de esquemas previos y la construcción de estructuras cognitivas más complejas y flexibles. Esta concepción destaca la importancia del aprendizaje activo y la necesidad de crear ambientes educativos que desafíen las ideas preconcebidas. Sin embargo, Lev Vygotsky (1978) introdujo una dimensión social y cultural crucial en el desarrollo del pensamiento crítico, destacando el papel del lenguaje, la interacción social y la mediación pedagógica en la adquisición de funciones cognitivas superiores, incluyendo el pensamiento crítico. Desde esta perspectiva sociocultural, el pensamiento crítico no se desarrolla de forma aislada, sino a través del diálogo, la argumentación y la interacción con otros, en especial dentro de la zona de desarrollo próximo mediada por un docente o tutor que guía y fomenta el aprendizaje. Vygotsky plantea que las interacciones sociales enriquecen la construcción del conocimiento y

potencian el desarrollo de habilidades críticas, ya que el intercambio de ideas, la confrontación de puntos de vista y la negociación de significados constituyen el núcleo del aprendizaje crítico. Este enfoque resalta la importancia de estructuras educativas colaborativas, en las que los estudiantes se involucren activamente en debates y proyectos colectivos que estimulen la reflexión crítica y la construcción compartida del conocimiento.

El pensamiento crítico adquiere especial relevancia en el contexto de la sobreabundancia de información y los riesgos de la desinformación, especialmente asociados al uso de tecnologías digitales e inteligencia artificial. Organismos internacionales como la UNESCO y la OECD destacan la formación en pensamiento crítico como una condición indispensable para la ciudadanía responsable, la alfabetización científica y la participación activa en sociedades democráticas y basadas en el conocimiento (OECD, 2019; UNESCO, 2021). En este sentido, el pensamiento crítico se concibe como una competencia compleja y multidimensional, integrando habilidades cognitivas, disposiciones intelectuales y prácticas reflexivas, que permite no solo la comprensión profunda de la realidad, sino también la transformación consciente y responsable del contexto social y científico.

Autores contemporáneos como Paul y Elder (2003) definen el pensamiento crítico como la habilidad para analizar, evaluar y cuestionar información basándose en la evidencia, mientras que Brookfield (2012) enfatiza que este surge del diálogo, la autocrítica y la resolución de problemas, resaltando la naturaleza interactiva y dinámica del proceso. Además, Ennis (2018) recalca que el pensamiento crítico debe enseñarse mediante experiencias de aprendizaje activas, en las que el estudiante construya argumentos y tome decisiones informadas, más que a través de la simple enseñanza teórica.

Es relevante destacar que, en el contexto actual, la inteligencia artificial puede ser un recurso valioso para fomentar la autonomía y la reflexión, siempre que su uso esté guiado y supervisado por el docente. Esto garantiza que el aprendizaje no derive en dependencia tecnológica, sino que potencie la capacidad crítica y la toma de decisiones fundamentadas en los estudiantes.

Recapitulando, el pensamiento crítico es una competencia fundamental para la formación integral y el desarrollo personal y social. Su conceptualización abarca dimensiones cognitivas, sociales y éticas, y diversos autores han contribuido a su comprensión desde diferentes enfoques: Dewey con el pensamiento reflexivo e investigativo, Ennis con la orientación práctica y disposicional, Facione con la

sistematización de habilidades y actitudes, Piaget con el enfoque en el desarrollo cognitivo, y Vygotsky con la dimensión social y cultural. Estas perspectivas permiten fundamentar su enseñanza como una práctica educativa centrada en el estudiante, que busca formar sujetos autónomos, responsables y capaces de transformar su realidad.

Tabla 5. *conceptos claves en la investigación. Elaboración propia.*

Concepto o Herramienta	Categoría	Autores o Desarrolladores	Descripción o Función Pedagógica	Relación con el Modelo Desarrollista	Beneficios o Impacto Educativo
Modelo Desarrollista	Modelo Pedagógico	Piaget, Vygotsky, Ausubel, Bruner	Eje del proceso de enseñanza y aprendizaje donde el conocimiento se entiende como una construcción activa basada en las etapas del desarrollo cognitivo.	Marco de referencia principal que define al estudiante como sujeto activo y al docente como guía, mediador u orientador del proceso.	Promueve el desarrollo integral (cognitivo, social y emocional) y el fortalecimiento de habilidades para el siglo XXI como pensar, cuestionar y crear.
Aprendizaje significativo	Fundamento teórico	David Ausubel (2002)	Integración de nuevos conocimientos en la estructura cognitiva de forma sustantiva, utilizando "subsumidores" o conocimientos previos del estudiante.	Pilar central donde el docente identifica esquemas previos para que el estudiante construya significados de forma activa y consciente.	Produce conocimiento duradero, transferible a nuevas situaciones y útil para la resolución de problemas reales en diversos contextos.
Pensamiento crítico	Fundamento teórico / Competencia	Dewey (1933), Ennis (2018), Facione (2015), Paul y Elder (2003)	Habilidad para analizar, evaluar y construir conocimiento de manera reflexiva, razonable y fundamentada para decidir qué creer o qué acción realizar.	Fomenta la autonomía intelectual y la capacidad de cuestionar esquemas mentales preexistentes mediante procesos de reequilibrio cognitivo.	Permite el ejercicio de una ciudadanía responsable y la alfabetización científica frente a la sobrecarga de información contemporánea.
Brecha digital	Concepto clave	Lugo (2016), Van Dijk (2005), Hargittai (2010), Selwyn (2022)	Desigualdad en el acceso, uso y apropiación de las TIC por factores económicos, geográficos o culturales; incluye diferencias en competencias digitales.	Representa una barrera crítica para la equidad educativa y limita el acceso a la construcción activa del conocimiento en entornos digitales.	Su identificación permite implementar estrategias de inclusión educativa para garantizar la igualdad de oportunidades y la justicia social.
Inclusión Educativa	Concepto clave	Booth y Ainscow (2002), UNESCO (2017), Arnaiz (2019)	Proceso permanente de identificación y eliminación de barreras para la participación y el aprendizaje de todos los estudiantes sin distinción.	Reconoce la diversidad del aula como una oportunidad pedagógica para enriquecer la enseñanza colectiva y el desarrollo individual.	Garantiza equidad, justicia social y el derecho fundamental a una educación de calidad sin ningún tipo de discriminación.

Discusión

La discusión se origina a partir de los objetivos planteados y los antecedentes examinados de investigaciones previas, para proyectar los hallazgos que este estudio espera obtener en la institución educativas los Andes, al explorar la convergencia del uso de la inteligencia artificial y el modelo pedagógico desarrollista en la enseñanza de las ciencias naturales, ya que se pretende comprender como esta integración influye en el aprendizaje significativo de los estudiantes de educación media.

Análisis e Interpretación de Resultados.

En primer lugar, la investigación probablemente revelaría que la incorporación estratégica en el uso de la IA con el modelo pedagógico desarrollista tiene un efecto en el aprendizaje significativo, debido, a que los sistemas de IA permiten una personalización del aprendizaje, lo cual se alinearían con los fundamentos desarrollistas de respetar los ritmos individuales de aprendizaje y las etapas cognitivas de los estudiantes. Por tal motivo, se espera que los estudiantes al interactuar con herramientas de IA que adaptan los contenidos y las actividades a sus necesidades construyeran un conocimiento más profundo y duradero, lo cual se podría ver evidenciado en una mayor retención y mejor aplicación de conceptos diferentes entornos. En segundo lugar, la inteligencia artificial (IA), facilitaría la creación de entornos de aprendizaje activos y experimentales, promoviendo la indagación y la resolución de problemas, aspectos centrales del enfoque desarrollista en la enseñanza de las ciencias naturales.

En cuanto a las barreras se identificaron desafíos relacionadas con la infraestructura tecnológica, la brecha digital y, significativamente, en la capacitación docente. Los estudios previos han señalado consistentemente estas limitaciones, como la falta de formación especializada para docentes en la integración efectiva de la IA.

Respecto al nivel de convergencia de la IA con el modelo desarrollista en la práctica pedagógica se observar una variabilidad entre los docentes. Algunos están utilizando la IA de manera incipiente como una herramienta de apoyo para tareas específicas, mientras que otros demuestran una integración más profunda, diseñando experiencias de aprendizaje personalizadas y basadas en proyectos que estimulen el pensamiento crítico y la creatividad, en consonancia con la postura pedagógica reflexiva que la IA debería propiciar. La interpretación de estos hallazgos se centraría en identificar buenas prácticas y áreas de mejora para una integración más sistemática y coherente.

Finalmente, el análisis del uso de la IA como estrategia para el fortalecimiento del pensamiento crítico muestra resultados positivos. La IA, cuando se utiliza para fomentar procesos de análisis, argumentación y creación, puede transformar la práctica docente y posicionar al estudiante como protagonista de su aprendizaje. Se esperaría que herramientas de IA que faciliten la simulación, el análisis de datos complejos o la generación de hipótesis en ciencias naturales, contribuyan al desarrollo de habilidades cognitivas superiores, permitiendo a los estudiantes cuestionar, evaluar y sintetizar información de manera autónoma.

Comparación con Literatura Previa:

Los hallazgos proyectados de este estudio se alinearían con gran parte de la literatura internacional y nacional revisada. La capacidad de la IA para personalizar el aprendizaje, aumentar la motivación y facilitar la comprensión de conceptos complejos ya ha sido documentada por Escandón Caguana (2023), Lucio Medrano (2025) y Carrillo Uvidia (2024), entre otros. La articulación de la IA con la personalización del aprendizaje y el respeto por los ritmos individuales, en línea con los postulados de Piaget, refuerza la conexión teórica que Lincango, Rodríguez y Gavilanes Guzman (2025) ya habían explorado.

La relevancia de abordar la convergencia explícita entre la IA y el modelo pedagógico desarrollista es un punto fuerte de este estudio, ya que muchos antecedentes, como el de Muñoz (2026), Dellepiane y Guidi (2023), y Talahua et al. (2025), señalaron como una limitación no haber profundizado en esta articulación específica. Este estudio llenaría esa laguna, demostrando cómo un marco pedagógico claro puede potenciar aún más las bondades de la IA. Asimismo, la investigación contribuiría a superar las limitaciones mencionadas en estudios como el de Martínez (2025) y Rodríguez Balanta (2025), al no solo resaltar el valor de las tecnologías digitales, sino al integrarlas en un modelo pedagógico específico que busca el desarrollo integral del estudiante.

Limitaciones del Estudio

Es fundamental reconocer que un estudio como este, aunque prometedor, presentaría limitaciones. Primero, su enfoque en una única institución educativa (Los Andes) en una subregión específica de Colombia podría restringir la generalización de los resultados a otros contextos geográficos o socioeconómicos. Segundo, la dependencia tecnológica y las variaciones en la conectividad y acceso a dispositivos, especialmente en un entorno con estudiantes de estratos 1 y 2,

podrían influir en la implementación y, por ende, en los resultados. Tercero, la necesidad de una formación docente continua y especializada para el uso ético y pedagógico de la IA es una constante, y la disponibilidad de tales programas podría ser un desafío. Finalmente, la naturaleza evolutiva de la IA y sus herramientas implica que los hallazgos podrían requerir actualizaciones constantes para mantener su relevancia en el tiempo.

Conclusiones

A partir de la presente investigación, y proyectando los hallazgos esperados en función de la pregunta de investigación y los objetivos, se pueden extraer las siguientes conclusiones principales:

La investigación confirmaría que la convergencia entre la inteligencia artificial y el modelo pedagógico desarrollista representa una estrategia educativa potente para fomentar aprendizajes significativos en estudiantes de educación media en ciencias naturales. La IA, al permitir la personalización de las rutas de aprendizaje y la adaptación a los ritmos individuales, potencia los principios del desarrollismo, facilitando una construcción activa y contextualizada del conocimiento.

El estudio destacaría la persistencia de barreras tecnológicas, pedagógicas y de formación docente que obstaculizan una integración óptima de la IA. Estas incluyen la infraestructura insuficiente, la brecha digital y, crucialmente, la necesidad de programas de capacitación docente que no solo aborden el manejo técnico de las herramientas de IA, sino también su aplicación pedagógica alineada con el modelo desarrollista.

Se observa que el nivel de convergencia de la IA con el modelo desarrollista en las prácticas pedagógicas de los docentes de ciencias naturales es variable, lo que subraya la necesidad de estrategias de acompañamiento y desarrollo profesional diferenciadas para consolidar una integración efectiva y coherente.

Los hallazgos sustentarían que el uso de la IA, cuando se implementa como una estrategia pedagógica intencionada dentro del marco desarrollista, contribuye significativamente al fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes, promoviendo el análisis, la argumentación y la creatividad en el aprendizaje de las ciencias naturales.

En suma, la investigación proporcionaría evidencia sólida sobre cómo la integración consciente y pedagógicamente fundamentada de la IA puede optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la

educación media, sentando las bases para futuras intervenciones y políticas educativas que busquen aprovechar el potencial de la tecnología para un desarrollo integral y significativo de los estudiantes.

Referencias

- Aparicio-Gómez, O. Y., Ostos-Ortiz, O. L., & Abadía-García, C. (2025). Inteligencia artificial y aprendizaje personalizado en el siglo XXI. *Revista Interamericana de Investigación en Educación y Pedagogía*, 18(2). <https://doi.org/10.15332/25005421.11122>
- Area, M., & Pessoa, T. (2012). From solid to liquid: New literacies to the cultural changes of Web 2.0. *Comunicar*, 19(38), 13–20. <https://doi.org/10.3916/C38-2012-02-01>
- Arnaiz, P. (2019). *Educación inclusiva: Una escuela para todos*. Alianza Editorial. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=743221>
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Paidós. <https://books.google.com/books?id=VufIAAAACAAJ>
- Ayuso del Puerto, D., & Gutiérrez Esteban, P. (2022). La inteligencia artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 347–362. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332>
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Booth, T., & Ainscow, M. (2002). *Index for inclusion: Developing learning and participation in schools*. Centre for Studies on Inclusive Education. <https://www.eenet.org.uk/resources/docs/Index%20English.pdf>
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199678112.001.0001>
- Bruner, J. (1990). *Acts of meaning*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/9780674029019>
- Bybee, R. W. (2014). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. NSTA Press. https://www.nsta.org/store/product_detail.aspx?id=10.2505/9781936959254
- Cabero, J., & Llorente, M. C. (2015). Tecnologías de la información y comunicación y brecha digital. *Revista de Educación a Distancia*, 45. <https://revistas.um.es/red/article/view/247171>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Coll, C. (1994). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Paidós. <https://books.google.com/books?id=3l0oAQAAIAAJ>
- Delgado, K., Campo, M., Sainz, M., & Etxabe-Urbieta, J. (2023). Teachers' perceptions of artificial intelligence in education. *Computers & Education*, 195, 104736. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104736>
- Díaz Barriga, F., & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (3.ª ed.). McGraw-Hill.

<https://books.google.com/books?id=Vw3aDwAAQBAJ>

Escandón Caguana, S. E., Parra Camacho, L. P., Rivera Guamán, N. R., & Rivera Guamán, C. M. (2024). Utilización de la inteligencia artificial como herramienta didáctica en la enseñanza de ciencias naturales para estudiantes de décimo año. *Polo del Conocimiento*, 9(6).

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/7393>

Flórez Ochoa, R. (1994). *Hacia una pedagogía del conocimiento*. McGraw-Hill.

<https://books.google.com/books?id=E1tgAAAACAAJ>

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.

<https://doi.org/10.7551/mitpress/10243.001.0001>

Hargittai, E. (2010). Digital natives? Variation in internet skills and uses among members of the Net Generation. *Sociological Inquiry*, 80(1), 92–113.

<https://doi.org/10.1111/j.1475-682X.2009.00317.x>

Holmes, W. (2022). Artificial intelligence in education: Promise and implications for teaching and learning. *Educational Technology Research and Development*, 70, 1–29.

<https://doi.org/10.1007/s11423-021-09998-y>

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

<https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Report-2019.pdf>

Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25.

<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.

<https://books.google.com/books?id=2oA9aWlNeooC>

Luckin, R. (2018). *Machine learning and human intelligence: The future of education for the 21st century*. UCL Institute of Education Press.

<https://doi.org/10.14324/111.9781787353091>

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.

<https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/open-ideas/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf>

Nilsson, N. J. (2014). *The quest for artificial intelligence: A history of ideas and achievements*. Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781139046855>

OECD. (2019). *Artificial intelligence in society*. OECD Publishing.

<https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>

Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. Basic Books.

<https://books.google.com/books?id=Uu8iAAAAMAAJ>

Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

<https://aima.cs.berkeley.edu>

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory

perspective. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101860.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860>

Schwandt, T. A. (1997). *Qualitative inquiry: A dictionary of terms*. Sage Publications.
<https://books.google.com/books?id=3cRRAAAAMAAJ>

Searle, J. R. (1980). Minds, brains and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3), 417–457.
<https://doi.org/10.1017/S0140525X00005756>

Selwyn, N. (2022). *Education and technology: Key issues and debates* (3rd ed.). Bloomsbury.
<https://doi.org/10.5040/9781350250604>

Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153–189.
<https://doi.org/10.3102/0034654307313795>

UNESCO. (2017). *A guide for ensuring inclusion and equity in education*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000248254>

UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>

Van Dijk, J. (2005). *The deepening divide: Inequality in the information society*. Sage Publications.
<https://doi.org/10.4135/9781452229812>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>