

La Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Ciencias Naturales

JEFERSON
CRESPO ASQUI




EDITORIAL
SAGA

La Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Ciencias Naturales

Jeferson Darío Crespo Asqui



**La Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las
Ciencias Naturales**

Primera edición, 2025

Crespo Asqui, Jeferson Darío

© Derechos reservados conforme a la ley

EDITORIAL SAGA

10 de agosto 232 entre Almendros y Mangos

Website: <https://libros.editorialsaga.com>

Email: editorialsaga.ec@gmail.com

Telf. (+593) 96 267 9148

Machala, Ecuador

Cubierta y diagramación: Kelvin Morales Curisaca

Dirección y supervisión editorial: William Satama Pereira

ISBN: 978-9942-7351-5-7

DOI: <https://doi.org/10.63415/saga.2025.9>

Impreso y hecho en Ecuador

Printed and made in Ecuador



Índice General

Índice General	iii
Índice de Tablas	vi
Introducción	7
Capítulo 1: Fundamentos de la Inteligencia Artificial y su Aplicación en la Educación	11
Inteligencia artificial (IA): conceptos básicos	13
Breve historia de la IA y su evolución en el ámbito educativo	15
Herramientas y tecnologías de IA relevantes para la enseñanza	17
El papel de la IA en la transformación de la educación	19
Beneficios y problemáticas de la IA en la enseñanza de las ciencias naturales.....	21
Enfoques pedagógicos apoyados por IA	23
La personalización del aprendizaje mediante IA.....	25
Integración de la IA en el currículo de ciencias naturales	27
Ética y privacidad en el uso de la IA en educación	29
Casos de éxito iniciales en la aplicación de IA en la enseñanza	30
Capítulo 2: Metodologías y Herramientas de IA para la Enseñanza de las Ciencias Naturales.....	35
Plataformas educativas basadas en IA: características y funcionalidades	37
Sistemas de tutoría inteligente para ciencias naturales.....	39
Simulaciones y laboratorios virtuales impulsados por IA	41
Uso de chatbots y asistentes virtuales en la enseñanza de las ciencias	43
Análisis de datos educativos para mejorar el aprendizaje	45
Gamificación y aprendizaje basado en juegos con IA.....	46

Herramientas de evaluación automatizada y retroalimentación inmediata	48
Recursos multimedia interactivos generados por IA.....	50
Aprendizaje adaptativo en ciencias naturales.....	52
Integración de IA en proyectos de investigación escolar	53
Capítulo 3: Impacto de la IA en el Aprendizaje de las Ciencias Naturales.....	59
Mejora de la comprensión conceptual mediante IA.....	61
Desarrollo de habilidades científicas y pensamiento crítico.	63
Fomento de la curiosidad y la exploración en ciencias naturales	65
Inclusión y accesibilidad en la enseñanza de las ciencias con IA	67
Impacto en la motivación y el engagement de los estudiantes.....	69
Rol del docente en un entorno de enseñanza apoyado por IA	70
Colaboración entre estudiantes mediada por herramientas de IA	72
Preparación de los estudiantes para carreras STEM con apoyo de IA	74
Evaluación del impacto de la IA en el rendimiento académico	76
Perspectivas de los estudiantes y docentes sobre el uso de IA.....	78
Capítulo 4: Futuro y Retos de la IA en la Enseñanza de las Ciencias Naturales.....	83
Tendencias emergentes en IA aplicada a la educación	85
El papel de la IA en la educación post-pandemia	87
Desarrollo de competencias digitales en docentes y estudiantes	89
Retos técnicos y económicos para la implementación de IA	91
Brecha digital y desigualdades en el acceso a la IA educativa	93
IA en la evaluación científica y competencias experimentales.....	95
IA y sostenibilidad: aplicaciones para la educación ambiental	96
El futuro de los libros de texto y materiales didácticos con IA.....	98

Colaboración entre instituciones educativas y empresas tecnológicas	100
Regulaciones y políticas para el uso ético de la IA en educación ..	102
Investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones de IA en ciencias	103
Visión a largo plazo: hacia una educación científica transformada por la IA	105
Conclusiones	111
Referencias Bibliográficas.....	113

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Fundamentos de la Inteligencia Artificial y su Aplicación en la Educación</i>	32
Tabla 2 <i>Metodologías y Herramientas de IA para la Enseñanza de las Ciencias Naturales</i>	55
Tabla 3 <i>Impacto de la IA en el Aprendizaje de las Ciencias Naturales</i>	80
Tabla 4 <i>Futuro y Retos de la IA en la Enseñanza de las Ciencias Naturales</i>	108

Introducción

La inteligencia artificial (IA) se presenta como una auténtica revolución en el ámbito educativo, y en particular en el terreno de la enseñanza de las Ciencias Naturales. A este respecto, podemos referir a Montalván-Vélez et al. (2024), ya que, lejos de ser una vía para facilitar los procesos educativos, la IA se proyecta como un medio para ofrecer aprendizaje individualizado que se ajuste a las propias características del estudiante. Este libro, pues, ahonda en el modo en que estas tecnologías comportan una revolución en la didáctica ofreciendo, como explica también Olivares (2021), herramientas innovadoras por las que se va desde los sistemas de tutorización inteligente a los laboratorios virtuales.

El contexto actual demanda una educación más inclusiva y accesible. La pandemia de COVID-19 aceleró la adopción de tecnologías digitales, evidenciando tanto sus beneficios como las brechas existentes (Cárdenas Campuzano et al., 2024). En este escenario, la IA se presenta como una solución para reducir desigualdades, aunque su implementación enfrenta retos técnicos y éticos, como la privacidad de datos y la capacitación docente (Litardo et al., 2023).

La justificación de este trabajo radica en la necesidad de integrar la IA de manera ética y efectiva en la educación científica. Ramírez (2023) destaca que, si bien la IA ofrece oportunidades únicas para mejorar la comprensión conceptual, también plantea dilemas que requieren un enfoque equilibrado. Este libro busca analizar estos aspectos, proporcionando una guía para docentes, investigadores y legisladores.

El objetivo principal es examinar el impacto de la IA en la enseñanza de las Ciencias Naturales, identificando sus beneficios, como la gamificación y el aprendizaje adaptativo (Laverde et al.,

2024), y sus retos, como la brecha digital (Basantes Ortega et al., 2025). Además, se exploran estrategias para una implementación responsable.

Entre las preguntas de investigación se encuentran: ¿Cómo la IA puede personalizar el aprendizaje en Ciencias Naturales? ¿Cuáles son los principales retos éticos y técnicos? ¿De qué manera las herramientas de IA fomentan habilidades como el pensamiento crítico y la colaboración? Estas interrogantes guían el análisis a lo largo del libro.

El Capítulo 1 aborda los principios básicos de la inteligencia artificial y su impacto en la pedagogía. Como señalan Ibarra Martínez et al. (2023), la IA ha evolucionado desde sistemas tutores simples hasta plataformas avanzadas que personalizan el aprendizaje mediante algoritmos adaptativos. Se analizan sus conceptos fundamentales, su desarrollo histórico en el ámbito educativo y ejemplos pioneros de implementación exitosa, destacando cómo estas tecnologías están redefiniendo los métodos de enseñanza y aprendizaje en las Ciencias Naturales.

El Capítulo 2 se centra en las metodologías y herramientas de IA aplicadas a la enseñanza de las Ciencias Naturales. Carbonell y Hernández (2024) examinan cómo los sistemas de tutoría inteligente (STI) personalizan el aprendizaje y mejoran el rendimiento académico mediante la adaptación de contenidos. Por su parte, Rubio et al. (2022) analizan el impacto de los chatbots educativos, como UBOT, en la interacción estudiante-docente dentro de entornos virtuales. Además, se exploran simulaciones basadas en IA (Olivares, 2021) y herramientas de evaluación automatizada (Becerra, 2024), destacando su rol en la innovación pedagógica.

El Capítulo 3 evalúa el impacto de la inteligencia artificial en el aprendizaje de las Ciencias Naturales. Salas Molina et al. (2024) demuestran cómo la IA potencia la comprensión conceptual

mediante herramientas adaptativas y retroalimentación inmediata. Por su parte, Ventura Campos et al. (2024) examinan su papel en la motivación estudiantil, destacando que sistemas gamificados y tutorías personalizadas incrementan el engagement académico. Además, se discuten estudios que vinculan la IA con el desarrollo de habilidades científicas, pensamiento crítico y colaboración entre estudiantes.

El Capítulo 4 proyecta los retos a largo plazo de la IA en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Maceri y Coll (2023-2024) señalan que la IA podría revolucionar la investigación científica mediante la generación autónoma de hipótesis y experimentos. Sin embargo, destacan la necesidad de que los educadores desarrollen nuevas competencias para integrar estas herramientas de manera ética y efectiva. Además, se analizan retos como la brecha digital y la necesidad de políticas que garanticen un acceso equitativo a estas tecnologías transformadoras.

Por último, las conclusiones condensan los resultados y ofrecen recomendaciones para lograr el máximo rendimiento de la IA, garantizando la disponibilidad de una educación científica inclusiva y de calidad. Este libro tiene como propósito convertirse en un libro de referencia para aquellas personas interesadas en incorporar la IA en la enseñanza, equilibrando la innovación y el uso responsable de la ética.

Capítulo 1:

Fundamentos de la Inteligencia Artificial y su Aplicación en la Educación

La inteligencia artificial (IA) ha despertado como una fuerza transformadora con consecuencias en varios ámbitos, y la educación no es una excepción. El presente capítulo trata los fundamentos de la inteligencia artificial y su aplicabilidad para el ámbito educativo, mostrando su potencial para transformar sustancialmente la enseñanza y el aprendizaje. Desde las nociones básicas de inteligencia artificial y su evolución histórica se revisa cómo esta tecnología ha pasado de ser visto como una herramienta experimental, hasta convertirse en un recurso ineludible para la personalización del aprendizaje y la mejora de los procesos educativos.

Uno de los hallazgos clave, respaldado por estudios como los de Montalván-Vélez et al. (2024) e Ibarra Martínez et al. (2023), es que la IA permite adaptar el aprendizaje a las necesidades individuales de los estudiantes, mejorando su rendimiento académico. Además, herramientas como la realidad aumentada y la automatización de tareas administrativas han demostrado ser aliadas valiosas para docentes y administradores educativos. Sin embargo, su implementación no está exenta de retos, como la brecha digital y la necesidad de garantizar un acceso equitativo.

La integración de la IA en el currículo de ciencias naturales, como señala Ramírez (2023), ofrece oportunidades únicas para fomentar el pensamiento crítico y la exploración científica. Sin embargo, también plantea retos, especialmente en la formación de docentes y en la adaptación de metodologías pedagógicas. En este sentido, enfoques como el aprendizaje activo, combinado con IA, han demostrado mejorar no solo el rendimiento académico, sino también la inteligencia emocional de los estudiantes, según Guevara Lozano et al. (2024).

No obstante, la implementación de la IA en la educación debe abordar preocupaciones éticas y de privacidad, como lo destacan Ayala Ala (2024) y Santillán De La Torre et al. (2024). La recopilación y el uso de datos estudiantiles exigen marcos

regulatorios claros y una colaboración entre educadores, tecnólogos y legisladores para garantizar un desarrollo ético y sostenible. Además, se deben considerar los retos técnicos y económicos que pueden limitar su adopción en contextos menos favorecidos.

En el presente capítulo encontramos los primeros casos de éxito que muestran el impacto de la IA en la educación desde la personalización del aprendizaje hasta la mejora de la inclusión educativa. El análisis detallado que se lleva a cabo intenta ser una base de la cual partir para poder entender de qué manera puede la IA ayudar a transformar la enseñanza, especialmente a través de las ciencias naturales, al mismo tiempo que se ponen de relieve los retos y las oportunidades que esta tecnología puede presentar.

Inteligencia artificial (IA): conceptos básicos

La inteligencia artificial (IA) es un ámbito de la informática que persigue la creación de sistemas que realicen tareas normalmente ejecutadas por la inteligencia humana. La IA ha transformado incluso campos como la educación, la medicina o el periodismo (Montalván-Vélez et al. 2024) gracias a su capacidad para tratar condiciones y ofrecer al mismo tiempo soluciones personalizadas. Utilizando algoritmos avanzados, las máquinas son capaces de aprender de la experiencia, detectar patrones o bien tomar decisiones con diferentes grados de autonomía. Así, este paradigma asegura la mejora de los procedimientos en diferentes ámbitos, logrando la máxima eficiencia y precisión en un importante número de aplicaciones.

Uno de los aspectos fundamentales de la IA es el aprendizaje automático (machine learning), que permite a los sistemas mejorar su desempeño sin intervención humana directa. Este proceso se basa en la recopilación de datos y el entrenamiento de algoritmos para identificar relaciones entre variables. Entre las técnicas más utilizadas se encuentran el aprendizaje supervisado,

no supervisado y por refuerzo. Estos métodos son clave en aplicaciones como los motores de recomendación, la detección de fraudes y el reconocimiento de imágenes, lo que demuestra la versatilidad y el potencial de la IA en la automatización de tareas.

Otro concepto esencial en la IA es el procesamiento del lenguaje natural (PLN), el cual permite a las máquinas comprender e interpretar el lenguaje humano. Este campo ha avanzado significativamente con la creación de modelos de lenguaje como los chatbots y asistentes virtuales. Tecnologías como el PLN han sido implementadas en herramientas educativas para facilitar la interacción entre estudiantes y sistemas inteligentes, promoviendo un aprendizaje adaptativo. A pesar de sus beneficios, el PLN aún enfrenta retos, como la ambigüedad del lenguaje y la necesidad de mejorar la comprensión del contexto en diversas situaciones comunicativas.

La visión artificial es otro pilar de la IA que permite a los sistemas analizar e interpretar imágenes y videos. Su aplicación en educación ha facilitado el desarrollo de plataformas interactivas que utilizan reconocimiento facial y análisis gestual para evaluar la participación estudiantil. Asimismo, en la medicina, la visión artificial ha mejorado la detección de enfermedades mediante el análisis de imágenes diagnósticas. Sin embargo, esta tecnología plantea retos relacionados con la privacidad y la precisión en la identificación de patrones, lo que exige un desarrollo riguroso de sus algoritmos para garantizar su efectividad y confiabilidad.

En el ámbito educativo, la IA ha sido clave para la personalización del aprendizaje, adaptando los contenidos según las necesidades individuales de los estudiantes. Los sistemas inteligentes pueden evaluar el progreso del estudiante en tiempo real y sugerir estrategias de mejora, lo que contribuye a una educación más inclusiva y efectiva. No obstante, su implementación requiere considerar aspectos éticos, como la equidad en el acceso a la tecnología y la protección de datos

personales. Estos factores influyen en la aceptación y éxito de la IA en las instituciones educativas, promoviendo su uso responsable y orientado al beneficio del alumnado.

Como subrayan Montalván-Vélez et al. (2024), se trata de un área muy dinámica, la cual va transformando diversos sectores gracias a los automatismos o capacidades de lidiar con datos existentes. Pero esto, a su vez, requiere de un desarrollo normativo en pro del uso ético y justo. El uso de la IA en la educación y en ámbitos de la sociedad requiere un enfoque interdisciplinario que reúna a especialistas en tecnología, ética y políticas públicas. La IA puede mejorarlo todo, siempre y cuando se haga un uso responsable de nuestra capacidad de la IA para ayudarnos a mejorar nuestras vidas, hacer más eficientes nuestras actividades, etc., convirtiéndose así en un elemento indispensable.

Breve historia de la IA y su evolución en el ámbito educativo

La inteligencia artificial (IA) se remonta a la década de 1950, siendo esta época la de los primeros científicos, como Alan Turing y John McCarthy, quienes cimentaron las bases teóricas del conocimiento que hoy se tiene de la IA, que llega incluso a resolver problemas lógicos y en matemáticas, pero también se amplió a disciplinas como la educación. En este sentido, Ibarra Martínez, Caro Morales y Pérez González (2023) apuntan que "la inteligencia artificial podría llegar a cambiar de forma absoluta la manera en la que pensamos sobre la educación", destacando así el impacto de la IA en la forma de concebir la educación desde sus inicios al presente.

En las décadas de 1970 y 1980, la IA comenzó a aplicarse en sistemas tutores inteligentes, como SCHOLAR y MYCIN, que simulaban la interacción con un profesor para guiar el aprendizaje. Estos sistemas, aunque limitados por la tecnología de la época, sentaron las bases para la personalización del aprendizaje, un

concepto que hoy es central en la educación apoyada por IA. La evolución de estos sistemas demostró que la tecnología podía adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, marcando un hito en la historia de la IA educativa.

Con el avance de la computación en los años 1990 y 2000, la IA se integró en plataformas de aprendizaje en línea y software educativo. Herramientas como los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) comenzaron a utilizar algoritmos para rastrear el progreso de los estudiantes y ofrecer retroalimentación. Este período también vio el surgimiento de la minería de datos educativos, que permitió analizar grandes volúmenes de información para mejorar la toma de decisiones pedagógicas, un precursor de las actuales aplicaciones de IA en educación.

En la última década, la IA ha experimentado un crecimiento exponencial gracias al desarrollo del machine learning y el deep learning. Plataformas como Khan Academy y Coursera han incorporado algoritmos que personalizan el contenido según el ritmo y estilo de aprendizaje de cada usuario. Además, tecnologías como la realidad virtual y aumentada han enriquecido la experiencia educativa, permitiendo a los estudiantes interactuar con entornos simulados que refuerzan su comprensión de conceptos complejos, especialmente en ciencias naturales.

Hoy, la IA no solo se limita a la personalización del aprendizaje, sino que también automatiza tareas administrativas, como la calificación y la planificación de lecciones, liberando tiempo para que los docentes se enfoquen en aspectos más creativos de la enseñanza. Sin embargo, su implementación no ha estado exenta de retos, como la brecha digital y las preocupaciones éticas relacionadas con la privacidad de los datos, temas que siguen siendo centrales en el debate sobre su uso en educación.

La historia de la IA aplicada a la educación está marcada por un proceso de transformación progresivo que ha ido ocupa

recursos desde una simple tutoría mediante un simple sistema tutor automático hasta la aparición de herramientas que modifican radicalmente la experiencia del aprendizaje como puede ser la realidad aumentada o incluso la realidad virtual. Tal y como manifiestan Ibarra Martínez et al. (2023), "la capacidad de personalizar la experiencia educativa de cada estudiante es, si no "La capacidad de personalizar la educación de cada estudiante, es una de las más relevantes", lo que pone de manifiesto la gran repercusión que la IA engendra en el campo de la educación. La historia de la IA en la educación refleja no solamente su capacidad en este

Herramientas y tecnologías de IA relevantes para la enseñanza

En el ámbito de la educación, la IA (Inteligencia artificial) ha impulsado la mejora de los procesos de enseñanza mediante herramientas concretas. De acuerdo con Mujica-Sequera (2024), la tipología de estas tecnologías permite comprender su función en diferentes espacios educativos y puntualizan el nivel de equidad de su integración. La IA no sólo promueve la personalización en el aprendizaje y la automatización de tareas meramente administrativas que optimizan el tiempo del docente, sino que implementando estas herramientas se avanza hacia la equidad educativa, al poder tener una serie de recursos que son accesibles a los estudiantes y su diversidad de capacidades y de niveles socioeconómicos.

Los asistentes virtuales basados en IA han transformado la enseñanza al ofrecer tutorías personalizadas y respuestas inmediatas a las consultas de los estudiantes. Herramientas como los chatbots educativos permiten a los alumnos resolver dudas en tiempo real y recibir explicaciones adaptadas a su nivel de comprensión. Estas tecnologías mejoran la autonomía del aprendizaje al proporcionar retroalimentación continua y acceso a

material educativo interactivo. Sin embargo, su eficacia depende de la calidad de los algoritmos de procesamiento del lenguaje natural, los cuales deben garantizar respuestas precisas y contextualizadas.

Otra tecnología relevante en la educación es el aprendizaje automático, el cual se aplica en plataformas de análisis del desempeño estudiantil. Estos sistemas recopilan y procesan datos sobre el progreso de los estudiantes, identificando patrones de aprendizaje y dificultades individuales. Con esta información, se pueden diseñar estrategias pedagógicas más efectivas, adaptando los contenidos a las necesidades específicas de cada estudiante. Además, el aprendizaje automático permite predecir el riesgo de deserción escolar, facilitando la intervención temprana para mejorar los índices de retención académica.

Las plataformas de aprendizaje adaptativo representan otra innovación impulsada por la IA. Estas herramientas ajustan dinámicamente el contenido educativo según el ritmo y estilo de aprendizaje de cada estudiante, optimizando su comprensión y rendimiento. Tecnologías como los sistemas de recomendación utilizan algoritmos para sugerir actividades y materiales complementarios, fortaleciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este enfoque no solo mejora la personalización, sino que también incrementa la motivación y el compromiso del alumnado, al brindar experiencias de aprendizaje más significativas y alineadas con sus intereses y habilidades.

En el campo de la evaluación, la IA ha permitido el desarrollo de herramientas automatizadas para la calificación y retroalimentación de tareas. Sistemas como los correctores inteligentes pueden evaluar respuestas abiertas y proporcionar sugerencias para mejorar la escritura y argumentación de los estudiantes. Además, la IA se emplea en la detección de plagio, garantizando la integridad académica y fomentando la originalidad en los trabajos escolares. Estas tecnologías reducen la carga administrativa de los docentes, permitiéndoles enfocarse en

estrategias pedagógicas más efectivas y en la mejora continua del proceso educativo.

Como remarca Mujica-Sequera (2024), la categorización sistemática de la IA presente dentro de las herramientas didácticas es fundamental para poder llevar a cabo su correcta y equitativa integración. Un planteamiento estructurado en la introducción de estas tecnologías puede transformar los métodos de enseñanza para adecuarlos a los retos que se dan hoy en día. Docentes y administradores de los centros educativos deben conocer las potencialidades de la IA y enmarcar su uso dentro de la ética y, por lo tanto, en la responsabilidad de las utilidades didácticas. A partir de la correcta planificación de las enseñanzas de la IA, esta puede ayudar al desarrollo de mejoras en calidad educativa, controlando al mismo tiempo a la enseñanza para que se haga más inclusiva y tenga más pericia, beneficiándose estudiantes de diferentes realidades.

El papel de la IA en la transformación de la educación

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la educación, con el apoyo que ofrecen herramientas que impulsan la personalización y los procesos educativos. Según Ayala Ala (2024), "la IA puede ser utilizada con eficacia para potenciar la personalización, el apoyo al profesorado, la evaluación, la retención de los estudiantes y, finalmente, la toma de decisiones para la gestión académica institucional". Esto se traduce en la capacidad de la IA de adaptarse a las necesidades de cada estudiante que transforma la forma de dar y recibir educación.

Uno de los principales aportes de la IA es la personalización del aprendizaje. Mediante el análisis de datos, los sistemas de IA identifican las fortalezas y debilidades de cada estudiante, permitiendo la creación de planes de estudio adaptados a su ritmo y estilo de aprendizaje. Esto no solo mejora el rendimiento académico, sino que también fomenta la motivación y el

engagement de los estudiantes, especialmente en áreas como las ciencias naturales, donde la comprensión de conceptos complejos es fundamental.

Además, la IA está transformando el rol del docente al automatizar tareas administrativas, como la calificación y la planificación de lecciones. Esto libera tiempo para que los profesores se enfoquen en actividades más estratégicas, como la mentoría y el diseño de experiencias de aprendizaje innovadoras. Herramientas como los sistemas de tutoría inteligente y los chatbots también brindan apoyo adicional a los estudiantes, complementando el trabajo del docente y mejorando la eficiencia del proceso educativo.

En el ámbito de la evaluación, la IA ha introducido métodos más precisos y objetivos. Los algoritmos pueden analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones de desempeño y ofrecer retroalimentación inmediata. Esto no solo agiliza el proceso de evaluación, sino que también permite detectar áreas de mejora de manera temprana, facilitando la intervención oportuna y el apoyo personalizado a los estudiantes.

Sin embargo, la implementación de la IA en la educación no está exenta de retos. Ayala Ala (2024) señala que “la introducción de la IA en la educación superior enfrenta retos críticos, como el resguardo de la privacidad de datos, la equidad en el acceso tecnológico y la necesidad de una capacitación en ética digital”. Estos aspectos deben abordarse de manera integral para garantizar que la IA se utilice de forma responsable y equitativa, sin exacerbar las desigualdades existentes.

La inteligencia artificial transforma y está transformando la educación a partir de soluciones innovadoras que favorecen el aprendizaje personalizado, optimizan la gestión académica y potenciando el rol del profesorado. Pero, tal y como señala Ayala Ala (2024), resulta fundamental posicionar algunos de los retos

éticos y técnicos para poder conseguir una integración de la IA responsable y, por lo tanto, beneficiosa. Solo así se consigue un uso que permita que la inteligencia artificial sea la herramienta que permita maximizar su potencial y que la educación devenga más inclusiva, efectiva y adaptada a las necesidades del siglo XXI.

Beneficios y problemáticas de la IA en la enseñanza de las ciencias naturales

La inteligencia artificial (IA) ha tenido un importante protagonismo en la docencia de las ciencias naturales, ofreciéndoles un importante e interesante impulso en sus posibilidades para favorecer el aprendizaje. Como apunta Ramírez (2023), “la mayoría de los estudios tenidos en consideración abordan las virtudes de la inteligencia artificial; sin embargo, también hacen hincapié en las implicaciones que su uso tiene, tanto para el alumnado como para el profesorado”. La personalización del aprendizaje, la construcción de entornos interactivos o la automatización de tareas son algunos de los beneficios que se consideran y que permiten a los estudiantes desarrollar una forma más abierta y personal de explorar los conceptos científicos.

Uno de los principales beneficios de la IA es su capacidad para personalizar el aprendizaje. Mediante el análisis de datos, los sistemas de IA identifican las necesidades individuales de los estudiantes, adaptando el contenido y el ritmo de enseñanza. Esto es especialmente útil en ciencias naturales, donde los estudiantes pueden tener diferentes niveles de comprensión en temas como biología, química o física. Además, herramientas como simulaciones y laboratorios virtuales permiten experimentar sin limitaciones físicas, fomentando la curiosidad y el pensamiento crítico.

La IA también facilita la creación de entornos de aprendizaje interactivos y gamificados, que aumentan la motivación y el engagement de los estudiantes. Plataformas

educativas con IA integrada ofrecen retroalimentación inmediata, lo que ayuda a los estudiantes a corregir errores y reforzar conceptos en tiempo real. Esto es particularmente valioso en ciencias naturales, donde la comprensión de procesos complejos, como la fotosíntesis o las reacciones químicas, puede ser desafiante sin una guía adecuada.

Sin embargo, la implementación de la IA en la enseñanza de las ciencias naturales no está exenta de problemáticas. Uno de los principales retos es la brecha digital, que limita el acceso a estas tecnologías en regiones con menos recursos. Además, la falta de capacitación docente en el uso de herramientas de IA puede dificultar su integración efectiva en el aula. Ramírez (2023) señala que “el principal reto de la educación en la nueva realidad consiste en la imperante necesidad de diseñar y poner en práctica capacidades virtuales”.

Otra problemática importante es la ética y la privacidad de los datos. El uso de IA requiere la recopilación y análisis de información personal de los estudiantes, lo que plantea preocupaciones sobre su seguridad y uso adecuado. Además, existe el riesgo de que la automatización reduzca la interacción humana, esencial para fomentar la creatividad y el pensamiento crítico en el aprendizaje de las ciencias.

El uso de la IA brinda transformaciones en el estilo de enseñanza de las ciencias naturales desde la atención a la diversidad hasta el fomento de contextos de aprendizaje interactivo. Pero como señala Ramírez (2023), hay que hacer frente a retos asociados a la brecha digital, a la formación del profesorado, o a la ética en la utilización de datos, entre otros, porque únicamente de este modo podremos aprovechar al máximo el potencial de la IA para la formación de profesionales competitivos y preparados para los retos del futuro.

Enfoques pedagógicos apoyados por IA

En cuanto a la educación, la IA (Inteligencia Artificial) ha propiciado el surgimiento de formas de entender la enseñanza que favorecen el aprendizaje activo. Según Guevara Lozano et al. (2024), la IA contribuye a personalizar el proceso de enseñanza en las aulas mixtas (blended learning) mediante la promoción de la inteligencia emocional y de habilidades socioemocionales. Gracias al análisis de datos y la personalización de los contenidos, en la actualidad las herramientas de IA generan experiencias de aprendizaje personalizadas, dinámicas y adaptables a las necesidades de cada alumno/a, lo que permite una educación más inclusiva y justa y favorece la retención del conocimiento mientras se participa en la clase.

Uno de los enfoques pedagógicos más beneficiados por la IA es el aprendizaje basado en proyectos. Esta metodología permite a los estudiantes desarrollar conocimientos y habilidades mediante la resolución de problemas reales con el apoyo de sistemas inteligentes. Los algoritmos de IA pueden analizar el desempeño de los estudiantes y proporcionar sugerencias sobre estrategias de mejora, facilitando la toma de decisiones en cada etapa del proyecto. Además, el acceso a simulaciones interactivas y asistentes virtuales mejora la comprensión de conceptos complejos, incentivando el pensamiento crítico y la creatividad.

El aprendizaje adaptativo es otro enfoque clave impulsado por la IA. Las plataformas educativas basadas en IA pueden ajustar el ritmo y nivel de dificultad de los contenidos según el desempeño de cada estudiante. Este modelo de enseñanza permite una instrucción personalizada, asegurando que los alumnos reciban apoyo específico en sus áreas de mayor dificultad. Además, el aprendizaje adaptativo fomenta la autonomía y la autoconfianza, ya que los estudiantes pueden avanzar a su propio ritmo sin sentirse rezagados o sobrecargados por el contenido académico.

Otro enfoque pedagógico respaldado por la IA es la gamificación, que incorpora elementos de juego en el proceso de aprendizaje para aumentar la motivación y el compromiso estudiantil. La IA permite personalizar la experiencia de gamificación mediante la recopilación y análisis de datos sobre el progreso de los alumnos. De esta manera, se pueden ajustar los niveles de dificultad, otorgar recompensas personalizadas y proporcionar retroalimentación inmediata. Esta metodología no solo incrementa la participación de los estudiantes, sino que también refuerza el aprendizaje de manera lúdica y efectiva.

La tutoría inteligente es otra aplicación de la IA en la educación, permitiendo la creación de sistemas de asistencia personalizados para guiar a los estudiantes en su aprendizaje. Los tutores virtuales pueden responder preguntas, ofrecer explicaciones detalladas y sugerir materiales complementarios según el nivel de conocimiento del alumno. Esta tecnología mejora la accesibilidad a la educación, especialmente para estudiantes que requieren apoyo adicional fuera del aula. Además, los docentes pueden utilizar los datos generados por los tutores inteligentes para identificar patrones de aprendizaje y adaptar sus estrategias pedagógicas.

Siguiendo el desarrollo de estas metodologías activas sumado al uso de las herramientas de IA que están transformando el proceso educativo, el rendimiento académico de los estudiantes, pero también el desarrollo de habilidades emocionales y socioafectivas (Guevara Lozano et al., 2024), y que ante el uso del diseño personalizado de la enseñanza y las experiencias de aprendizaje de los estudiantes interactivas, permitiendo a los estudiantes hacer frente a los retos que se presentan en el entorno educativo y profesional.

El uso de prácticas de enseñanza con IA puede llenarnos de resultados positivos si se utiliza de una forma equitativa, ética y que se adapte a las necesidades del estudiante (Guevara Lozano et al.,

2024); de esta manera se garantizará que la IA como herramienta didáctica dentro del aula contribuya a un desarrollo integral de este estudiantado e igualmente favorezca el desarrollo de prácticas que colaboran por igual en establecer una inclusión educativa positiva y en equidad, permitiendo obtener una enseñanza de calidad para el mismo alumnado.

La personalización del aprendizaje mediante IA

La personalización del aprendizaje mediante inteligencia artificial (IA) es una de las prioridades que se encuentran en las instituciones educativas como la Facultad de la Informática Mazatlán, ya que se busca hacer un uso práctico de la tecnología con el propósito de entregar una mejor experiencia educativa al estudiante. Como dicen López López, Rivera Escalera y Rossell Cruz García (2023): "la personalización de aprendizaje con inteligencia artificial es la adaptación del ritmo de aprendizaje, de los recursos y de la retroalimentación a las necesidades individuales del estudiante", es decir, para generar experiencias de aprendizaje únicas, ajustadas a las fortalezas, debilidades y estilos de aprendizaje de cada estudiante.

Uno de los principales beneficios de la IA en la personalización del aprendizaje es su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos. Al recopilar información sobre el desempeño, preferencias y ritmo de los estudiantes, los sistemas de IA pueden diseñar planes de estudio personalizados. Esto es especialmente útil en áreas como las ciencias naturales, donde los estudiantes pueden requerir enfoques diferentes para comprender conceptos complejos, como la física o la biología, optimizando así su proceso de aprendizaje.

Además, la IA facilita la entrega de retroalimentación inmediata y adaptativa. Herramientas como tutores inteligentes y plataformas educativas analizan las respuestas de los estudiantes en tiempo real, identificando errores y proporcionando explicaciones

personalizadas. Esto no solo refuerza la comprensión de los temas, sino que también fomenta la autonomía y la autogestión del aprendizaje, habilidades esenciales en un mundo cada vez más digitalizado y competitivo.

La personalización del aprendizaje también promueve la inclusión educativa. La IA puede adaptar los contenidos a estudiantes con necesidades especiales, ofreciendo recursos accesibles y ajustados a sus capacidades. Por ejemplo, estudiantes con dificultades de aprendizaje pueden beneficiarse de materiales interactivos y gamificados, mientras que aquellos con altas capacidades pueden acceder a retos adicionales que mantengan su interés y motivación.

Sin embargo, la implementación de este enfoque no está exenta de retos. La recopilación y el uso de datos estudiantiles plantean preocupaciones éticas y de privacidad, mientras que la falta de infraestructura tecnológica en algunas regiones limita su alcance. Además, es esencial capacitar a los docentes para que puedan integrar estas herramientas de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas.

La personalización del aprendizaje utilizando IA supone un considerable avance en el ámbito educativo, dado que facilitaría adaptar los recursos, los métodos y el ritmo que se utiliza para enseñar a partir de las necesidades de cada uno de ellos. López López et al. (2023), a este respecto, indican que esto “no solo permite potenciar la excelencia académica, sino que también prepara a los estudiantes para adaptarse a los retos de un mundo digital y en constante cambio”.

La personalización a través de la IA ha de ser sometida a una implementación responsable y equitativa, ya que solo así se puede maximizar su potencial y proporcionar una educación inclusiva y de calidad.

Integración de la IA en el currículo de ciencias naturales

En la educación contemporánea, la inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una de las herramientas fundamentales para adaptar el proceso de aprendizaje y adecuar lo curricular. En este sentido, Santillán De La Torre et al. (2024) se hacen eco de esta afirmación, ya que consideran que la IA facilita la mejora de la enseñanza al ajustar los contenidos de aprendizaje a las necesidades de cada uno de los estudiantes, lo que permite conseguir que la enseñanza sea más equitativa e inclusiva. En el ámbito de las ciencias naturales, la implementación de la inteligencia artificial en el currículo representa una oportunidad para explicar fenómenos complejos, tal y como pone de manifiesto la posibilidad que brinda la utilización de simulaciones, modelos predictivos y análisis de datos en tiempo real.

El uso de la IA en la enseñanza de las ciencias naturales permite a los estudiantes experimentar de manera virtual procesos que serían difíciles de replicar en un laboratorio escolar. Herramientas como simuladores de ecosistemas, modelos de reacciones químicas y plataformas de realidad aumentada ayudan a visualizar conceptos abstractos, facilitando la construcción del conocimiento. Además, los algoritmos de IA pueden analizar el progreso de cada estudiante y sugerir actividades adaptadas a su nivel de comprensión, promoviendo un aprendizaje autónomo y significativo.

Otro aspecto relevante es la capacidad de la IA para fomentar el aprendizaje basado en la indagación y el método científico. Los asistentes virtuales impulsados por IA pueden guiar a los estudiantes en la formulación de hipótesis, el diseño de experimentos y el análisis de resultados. Asimismo, los sistemas de aprendizaje automático permiten a los alumnos trabajar con grandes volúmenes de datos científicos, promoviendo el desarrollo

de habilidades analíticas y críticas fundamentales en el estudio de las ciencias naturales.

En el ámbito de la evaluación, la IA ofrece herramientas que permiten una retroalimentación más precisa y personalizada. Las plataformas de evaluación basadas en IA pueden identificar patrones de error en las respuestas de los estudiantes y proporcionar explicaciones detalladas para corregir sus fallos. De esta manera, se optimiza el proceso de enseñanza, permitiendo a los docentes enfocarse en áreas donde los estudiantes requieren mayor apoyo y ajustando la metodología según las necesidades detectadas.

Sin embargo, la implementación de la IA en el currículo de ciencias naturales también plantea retos. Es necesario garantizar que el acceso a estas tecnologías sea equitativo, evitando la brecha digital entre estudiantes de diferentes contextos socioeconómicos. Además, se deben establecer protocolos claros para el uso ético de la IA, asegurando la protección de datos personales y promoviendo una integración responsable en el proceso educativo. La capacitación docente es otro aspecto fundamental, ya que los educadores deben estar preparados para aprovechar al máximo estas herramientas tecnológicas.

Como resaltan Santillán De La Torre et al. (2024), la IA tiene la capacidad para modificar los sistemas educativos gracias a la posibilidad de aumentar la personalización del aprendizaje y la adaptación curricular de una manera más favorable. En el área de las ciencias naturales, su integración deja en evidencia la posibilidad de definir metodologías más dinámicas e interactivas, favoreciendo la comprensión de los fenómenos científicos y el desarrollo de la curiosidad y el pensamiento crítico del alumnado. Para conseguir una implementación correcta hay que superar los dilemas que se plantean a partir de lo tecnológico y lo ético, teniendo presente que la IA se utilice siguiendo las reglas de forma equitativa y transparente en la educación.

Ética y privacidad en el uso de la IA en educación

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación está propiciando un intenso debate sobre los aspectos éticos y de privacidad. Como bien expresan Gallent Torres, Zapata González y Ortego Hernando (2023), “la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) ha transformado la educación superior, también ha suscitado importantes problemas éticos que afectan a la ética y la integridad académica” tales como: la fiabilidad de la información, la transparencia de las fuentes y la protección de los datos de carácter personal, todos ellos aspectos fundamentales para hacer un uso responsable de la IA en educación.

Uno de los principales dilemas éticos es la privacidad de los datos. Los sistemas de IA recopilan y analizan grandes cantidades de información personal de estudiantes y docentes, lo que plantea preocupaciones sobre su seguridad y uso adecuado. La falta de regulaciones claras puede llevar a violaciones de privacidad, especialmente cuando los datos se comparten con terceros o se utilizan para fines no educativos, como la comercialización de información.

Otro desafío es la integridad académica. Herramientas como ChatGPT o Humata.ai, aunque útiles para generar recursos y retroalimentación, pueden fomentar el plagio y el fraude académico si no se utilizan de manera ética. Esto exige que las instituciones establezcan directrices claras para garantizar que los estudiantes y docentes comprendan los límites de su uso y promuevan la originalidad en el trabajo académico.

Además, la transparencia en el funcionamiento de los algoritmos de IA es esencial para construir confianza. Los usuarios deben entender cómo se toman las decisiones basadas en IA, especialmente en procesos críticos como la evaluación o la selección de contenidos. La opacidad en estos sistemas puede

generar sesgos o discriminación, afectando la equidad en el acceso a oportunidades educativas.

Para abordar estos retos, es necesario establecer marcos éticos y normativos que regulen el uso de la IA en la educación. Gallent Torres et al. (2023) destacan la importancia de “unas directrices claras que se ajusten a los códigos éticos y las políticas de integridad de las instituciones de educación superior”. Esto incluye la capacitación de docentes y estudiantes en el uso responsable de estas herramientas, así como la promoción de prácticas pedagógicas innovadoras que fomenten la ética digital.

La IA brinda oportunidades de transformación educativa, aunque la implementación de la IA debe ir acompañada del modo en que se aborden los retos éticos y los de privacidad que presenta; como afirman Gallent Torres et al. (2023), “en definitiva, la reflexión sobre cómo integrar la educación, la innovación y la integridad académica va a posibilitar a la comunidad universitaria encontrar una nueva ocasión para impulsar mejoras en la educación universitaria”. Solamente así se logrará garantizar el uso responsable y equitativo de la IA en educación.

Casos de éxito iniciales en la aplicación de IA en la enseñanza

La inteligencia artificial (IA) ha empezado a dar señales de su potencial en el terreno educativo, ayudando a mejorar la personalización del aprendizaje y ofreciendo así nuevas oportunidades a los estudiantes. Según García-Acuña et al. (2023), la IA se está utilizando para generar experiencias de aprendizaje más inclusivas, adaptándose a las habilidades individuales de los estudiantes, lo que hace que la enseñanza sea más personalizada. Un ejemplo significativo es el uso de plataformas de aprendizaje adaptativo en universidades, que adapta contenidos y recursos en función del progreso de cada estudiante, propiciando así un entorno de aprendizaje más equitativo.

Un ejemplo destacado es la implementación de sistemas de tutoría inteligente en instituciones educativas, donde la IA guía a los estudiantes a través de lecciones personalizadas y ofrece retroalimentación instantánea. Estos sistemas no solo proporcionan ejercicios prácticos adaptados al nivel de habilidad del estudiante, sino que también ayudan a identificar áreas de dificultad y ofrecen recursos adicionales para mejorar el rendimiento. En universidades de renombre, como la Universidad de Stanford, se han implementado con éxito estos sistemas, mejorando significativamente la tasa de retención estudiantil y los resultados académicos.

Otro caso exitoso de aplicación de IA en la enseñanza se encuentra en el uso de chatbots en la educación superior. Estos asistentes virtuales utilizan IA para responder preguntas frecuentes de estudiantes sobre cursos, fechas de exámenes o contenido del curso. Además, los chatbots pueden facilitar la administración de tareas repetitivas, como la recopilación de tareas o la entrega de calificaciones, permitiendo que los docentes dediquen más tiempo a la enseñanza. Un ejemplo de ello es el chatbot desarrollado en el MIT, que ha demostrado ser altamente efectivo para la gestión académica de grandes cantidades de estudiantes.

Asimismo, la IA también ha sido utilizada para mejorar la enseñanza de las ciencias a través de simuladores interactivos. Plataformas que emplean IA para modelar experimentos científicos han sido implementadas en instituciones educativas, permitiendo a los estudiantes interactuar con entornos de laboratorio virtuales. Estas herramientas no solo mejoran la comprensión de los conceptos científicos, sino que también brindan a los estudiantes la oportunidad de realizar experimentos sin necesidad de equipos costosos o peligrosos, como ha sido el caso en varias escuelas de ciencia en Europa.

Sin embargo, a pesar de los avances, la implementación de la IA en la enseñanza presenta retos, como la brecha digital y la falta

de acceso a tecnologías avanzadas en regiones menos favorecidas. García-Acuña et al. (2023) destacan que la aplicación exitosa de la IA en el ámbito educativo debe abordar estos retos, asegurando que todos los estudiantes, independientemente de su entorno socioeconómico, tengan acceso a las ventajas de estas tecnologías. La personalización de la enseñanza mediante IA no debe dejar de lado la inclusión, y se deben desarrollar estrategias para garantizar que ninguna comunidad educativa quede atrás.

Las primeras experiencias de éxito en la utilización de IA en el ámbito educativo han demostrado su capacidad para ayudar a transformar este proceso de enseñanza-aprendizaje. De acuerdo con García-Acuña et al. (2023), a pesar de las oportunidades que la IA puede ofrecer, se hace necesario tratar también los retos éticos y los retos técnicos vinculados a su uso. Un uso ético y reflexivo de la IA traerá consigo una forma de usar esta herramienta para poder crear circunstancias de aprendizaje inclusivas y justas; en definitiva, para aprender adaptativamente a favor de todos los estudiantes por igual.

La siguiente tabla sintetiza hallazgos clave sobre IA en educación, entre lo que se destaca su capacidad para personalizar el aprendizaje, mejorar procesos educativos y promover equidad, junto con los retos éticos y técnicos que enfrenta su implementación.

Tabla 1
Fundamentos de la Inteligencia Artificial y su Aplicación en la Educación

Fuente	Hallazgo
--------	----------

Montalván-Vélez et al. (2024)	La IA personaliza el aprendizaje, mejora el diagnóstico médico, revoluciona el periodismo y transforma la moda, con énfasis en la ética y equidad.
Ibarra Martínez et al. (2023)	La IA mejora la educación mediante aprendizaje personalizado, realidad aumentada y automatización de tareas administrativas.
Mujica-Sequera (2024)	La clasificación de herramientas de IA en educación optimiza el aprendizaje y promueve la equidad educativa.
Ayala Ala (2024)	La IA en educación superior mejora la personalización del aprendizaje, la evaluación y la gestión académica, aunque enfrenta retos éticos y de privacidad.
Ramírez (2023)	La IA en Ciencias Naturales ofrece oportunidades de aprendizaje, pero plantea retos para docentes y estudiantes en su implementación.
Guevara Lozano et al. (2024)	La IA combinada con aprendizaje activo en aulas híbridas mejora la inteligencia emocional y el rendimiento académico.
López López et al. (2023)	La IA en educación superior permite la personalización del aprendizaje mediante el análisis de datos de los estudiantes.

Fuente	Hallazgo
Santillán De La Torre et al. (2024)	La IA facilita la adaptación curricular personalizada, mejorando la inclusión y el engagement estudiantil. Sin embargo, existen retos éticos y técnicos, como la

	privacidad de datos y equidad en el acceso. Se destaca la necesidad de colaboración entre educadores, tecnólogos y políticos para un desarrollo ético de la IA en la educación.
Gallent Torres et al. (2023)	La Inteligencia Artificial Generativa (IAG) transforma la educación superior al proporcionar herramientas de retroalimentación instantánea y aprendizaje adaptativo. Sin embargo, plantea retos en términos de ética e integridad académica, como la fiabilidad de la información y la privacidad de los datos. Se resalta la necesidad de directrices claras para su uso adecuado.
García-Acuña et al. (2023)	La IA en educación superior permite personalizar el aprendizaje, beneficiando la inclusión. No obstante, plantea dilemas éticos y de seguridad en el manejo de datos. Se enfatiza la importancia de garantizar un entorno de aprendizaje equitativo y adaptativo, priorizando la ética en su implementación.

Nota: Elaboración propia del autor con base en las fuentes citadas en el capítulo.

Capítulo 2:

Metodologías y Herramientas de IA para la Enseñanza de las Ciencias Naturales

La inclusión de la IA en la educación ha transformado las metodologías de enseñanza, en particular en el aula de ciencias naturales. Según Moles (2021), la IA potencia la enseñanza al mismo tiempo que mejora el aprendizaje, razón por la cual es considerada una de las tecnologías más relevantes de la actualidad. Este capítulo trata sobre las diferentes herramientas y metodologías que se basan en la IA, desde plataformas educativas a entornos de tutorización inteligente, que están transformando la forma de comprender el conocimiento científico por parte de los alumnos.

Las plataformas educativas basadas en IA ofrecen características y funcionalidades avanzadas que permiten personalizar el aprendizaje. Carbonell y Hernández (2024) destacan que los Sistemas de Tutoría Inteligente (STI) mejoran el rendimiento académico y apoyan la autorregulación, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes. Estas herramientas son especialmente útiles en ciencias naturales, donde la comprensión de conceptos complejos puede variar significativamente entre los alumnos.

Los laboratorios virtuales y las simulaciones por medio del uso de técnicas de IA (Inteligencia Artificial), como las propuestas por Olivares (2021), incentivan el experimento y el aprendizaje práctico sin las limitaciones de un laboratorio físico. Entonces, estas tecnologías no solo desarrollan una respuesta frente al rezago educativo, sino que invitan a los/as estudiantes a investigar fenómenos científicos mediante una forma interactiva y segura, pero a la vez fundamental dentro de los contenidos de la enseñanza de las ciencias.

Los chatbots y asistentes virtuales, como el asistente UBOT descrito por Rubio et al. (2022), mejoran la comunicación en entornos virtuales de aprendizaje. Estas herramientas ofrecen respuestas inmediatas a preguntas frecuentes, facilitando la interacción entre estudiantes y profesores. Además, la IA permite

analizar datos educativos para identificar patrones de aprendizaje y áreas de mejora, optimizando así el proceso educativo.

La gamificación y el aprendizaje basado en juegos con inteligencia artificial, tal y como indican Laverde et al. (2024), producen un aumento de la motivación y del compromiso en los estudiantes. Estas metodologías, que se suman a las herramientas de evaluación automatizada y retroalimentación inmediata (analizadas por Becerra, 2024), permiten una enseñanza más motivante y eficaz. La personalización de recursos multimedia también es un aspecto que mejoran la experiencia de aprendizaje (según Bueno y Pinho, 2024).

El aprendizaje adaptativo, como lo describe Ampudia et al. (2024), promueve un entorno educativo inclusivo y personalizado en ciencias naturales. La integración de IA en proyectos de investigación escolar fomenta habilidades del siglo XXI, como la creatividad y la resolución de problemas. Sin embargo, como advierten Saz-Pérez y Pizà-Mir (2024), es importante equilibrar los beneficios tecnológicos con el desarrollo de habilidades críticas y abordar los retos éticos asociados. Este capítulo ofrece una visión integral de cómo la IA está transformando la enseñanza de las ciencias naturales.

Plataformas educativas basadas en IA: características y funcionalidades

Las plataformas educativas basadas en Inteligencia Artificial (IA) representan una de las innovaciones más significativas en el sistema educativo actual. Según Moles (2021), la IA ha transformado la educación al maximizar tanto la enseñanza como el aprendizaje, permitiendo que las máquinas aprendan de la experiencia y se adapten a las necesidades individuales de los estudiantes. Estas plataformas integran tecnologías avanzadas que facilitan la personalización del aprendizaje, la retroalimentación inmediata y la adaptación dinámica de los contenidos, lo que las

convierte en herramientas esenciales para la enseñanza de las ciencias naturales.

Una de las características principales de estas plataformas es su facilidad para ofrecer experiencias personalizadas de aprendizaje. Emplean algoritmos de IA de modo que son capaces de analizar su proceso de aprendizaje y sus habilidades para ajustar los contenidos según su ritmo y nivel de comprensión de modo que los alumnos mejoran no sólo su eficacia en el aprendizaje, sino que también se vuelven más autónomos y mejoran su motivación, especialmente en aquellas materias difíciles, como el caso de las ciencias naturales, donde los conceptos varían en dificultad.

Otra funcionalidad destacada es la integración de sistemas de tutoría inteligente, que actúan como guías virtuales para los estudiantes. Estos sistemas, basados en IA, proporcionan explicaciones detalladas, resuelven dudas en tiempo real y sugieren recursos adicionales para reforzar el aprendizaje. Esta interactividad permite a los estudiantes profundizar en temas específicos y recibir apoyo continuo, incluso fuera del aula tradicional.

E igualmente, las plataformas educativas que hacen uso de la inteligencia artificial, a menudo, poseen asociados varios instrumentos a partir de los datos, a través del cual los docentes se valen como punto de referencia para poder observar el avance de los estudiantes. La información y los resultados obtenidos se explotan para poder determinar patrones de aprendizaje, para poder detectar zonas del aprendizaje que son susceptibles de mejora, o de preparar una serie de estrategias pedagógicas que puedan ser más eficaces, etc. En el contexto de las ciencias de los materiales esto es de gran utilidad para poder estudiar la comprensión de los conceptos tanto abstractos como concretos.

La gamificación y los recursos multimedia interactivos son otras funcionalidades clave. Estas herramientas hacen que el

aprendizaje sea más atractivo y dinámico, utilizando juegos educativos, simulaciones y videos interactivos para explicar fenómenos científicos. Esto no solo facilita la comprensión, sino que también fomenta la curiosidad y el interés por las ciencias.

La IA está transformando las metodologías de enseñanza y aprendizaje al ofrecerlas como herramientas didácticas imprescindibles; Tal y como lo indica Moles (2021), las plataformas de educación basadas en IA están configurando el futuro, se están construyendo los cimientos en donde la educación y la tecnología se interrelacionen de maneras más profundas y efectivas, especialmente en campos como las ciencias naturales.

Sistemas de tutoría inteligente para ciencias naturales

Los Sistemas de Tutoría Inteligente (STI) han comenzado a participar de manera efectiva en la enseñanza de las ciencias naturales a partir de su conceptualización como herramientas de enseñanza con características de la Inteligencia Artificial (IA), y al mismo tiempo, manera de personalización y optimización de la enseñanza y el aprendizaje.

Unos autores como Carbonell Bernal y Hernández Prados (2024) indican que "los STI parecen tener un efecto positivo en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Por un lado, proporciona un impulso a la participación y realización de actividades del estudiante. Además, permite una personalización de los contenidos, así como un soporte a la autorregulación". En este sentido, sería posible llegar a la dificultad del contenido a partir de la capacidad del estudiante, algo que se torna muy útil en materia de ciencias naturales, en la cual el alumnado parece tener una dificultad conceptual y práctica muy elevada.

En el ámbito de las ciencias naturales, los STI facilitan la comprensión de conceptos abstractos mediante simulaciones interactivas y retroalimentación inmediata. Por ejemplo, en temas

como la física o la biología, los estudiantes pueden experimentar con modelos virtuales que les permiten visualizar fenómenos como la gravedad o la fotosíntesis. Esta aproximación práctica no solo refuerza el aprendizaje teórico, sino que también fomenta la curiosidad y el pensamiento crítico. Además, los STI pueden identificar errores comunes y ofrecer explicaciones personalizadas, lo que ayuda a los estudiantes a superar dificultades específicas.

La personalización constituye uno de los ejes sobre los que se enmarca a los STI puesto que estos sistemas convenidos analizan el avance de cada alumno y adaptan el contenido de acuerdo a las mismas. En ciencias naturales esta personalización puede ser vital ya que los niveles de comprensión pueden ser muy diversos. Los STI pueden proporcionar ejercicios extra a quienes los requerirán o avanzar más rápido con quienes ya han dominado los conceptos. De este modo, la personalización no sólo favorece el rendimiento académico de los alumnos sino que también ayuda a disminuir la frustración y, en consecuencia, aumenta la motivación.

Otro aspecto destacado de los STI es su capacidad para fomentar la autorregulación del aprendizaje. En ciencias naturales, donde la experimentación y la resolución de problemas son fundamentales, los estudiantes deben desarrollar habilidades metacognitivas. Los STI guían a los alumnos en la planificación de su estudio, el establecimiento de objetivos y la evaluación de su propio progreso. Esta autonomía no solo beneficia su desempeño académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar retos futuros en su educación y carrera profesional.

La utilización de los STI para la enseñanza de las ciencias naturales ha mostrado también ser altamente relevante en contextos de educación a distancia, como lo han sido los escenarios de educación a distancia provocados por la pandemia por COVID-19. Los autores Carbonell Bernal y Hernández Prados (2024) afirman que "el COVID-19 ha impactado seriamente en la producción científica y con ello ha acelerado la llegada de estas

herramientas". Durante el periodo de pandemia, los STI han facilitado la continuidad de la educación, la interacción con recursos dentro de la enseñanza y el asesoramiento individualizado en la enseñanza a distancia, evidenciando su potencial de transformar la enseñanza en situaciones de crisis.

Los Sistemas de Tutoría Inteligente representan una innovación significativa en la enseñanza de las ciencias naturales, al combinar personalización, interactividad y apoyo metacognitivo. Como señalan Carbonell Bernal y Hernández Prados (2024), "los STI mejoran la participación y el compromiso de los estudiantes, adaptando la dificultad a sus capacidades individuales". Su capacidad para integrarse en diversos contextos educativos, desde aulas tradicionales hasta entornos virtuales, los convierte en una herramienta indispensable para enfrentar los retos actuales y futuros de la educación en ciencias naturales.

Simulaciones y laboratorios virtuales impulsados por IA

Las simulaciones y laboratorios virtuales soportados mediante Inteligencia Artificial (IA) están revolucionando la enseñanza de las ciencias naturales. Para Olivares (2021), estos entornos virtuales colaboran en la lucha de contrarrestar el rezago educativo, así mismo son también un vehículo para mejora de procesos de enseñanza-aprendizaje facilitando prácticas, pero en el ámbito virtual, prescindiendo así del aula. Estos entornos son una buena posibilidad para que los estudiantes puedan experimentar fenómenos científicos desde la seguridad de un entorno de aprendizaje controlado y dirigido, propiciando la comprensión de contenidos fundamentales y el desarrollo de habilidades prácticas.

Una de las ventajas clave de los laboratorios virtuales es su accesibilidad. Los estudiantes pueden realizar experimentos y simulaciones desde cualquier lugar, eliminando las barreras geográficas y económicas asociadas con los laboratorios físicos. Además, la IA permite adaptar las actividades a las necesidades

individuales de los alumnos, ofreciendo retroalimentación inmediata y sugerencias personalizadas para mejorar su desempeño.

En el campo de la ciencia natural, este tipo de materiales son especialmente útiles para simular experimentos peligrosos, costosos o que por sus propias características sean imposibles de realizar en el laboratorio típico. Un ejemplo sirve y es dentro del área de química en la que los alumnos pueden explorar reacciones químicas complejas, el comportamiento de un ecosistema o simular fenómenos astronómicos, pero todo ello dentro de un entorno virtual que imita la realidad.

La IA también juega un papel importante en la mejora de la interactividad y la precisión de estas simulaciones. Algoritmos avanzados permiten ajustar los parámetros de los experimentos en tiempo real, ofreciendo una experiencia más dinámica y enriquecedora. Esto no solo aumenta el interés de los estudiantes, sino que también les permite comprender mejor los principios científicos subyacentes.

Por otra parte, cabe señalar que los laboratorios virtuales impulsados por IA son un recurso muy útil para los profesores. Les permiten observar el progreso de los estudiantes, localizar aspectos problemáticos y crear actividades a la medida que fortalezcan el aprendizaje en función de cada alumno. Estas plataformas se convierten así en una herramienta más de la enseñanza tradicional.

Como señala Olivares (2021), los laboratorios virtuales impulsados por IA no solo cumplen con los objetivos educativos, sino que también ofrecen soluciones innovadoras para problemas nacionales como el rezago educativo. Estas herramientas, con su versatilidad y capacidad para adaptarse a las necesidades individuales, están transformando la manera en que se enseñan y aprenden las ciencias naturales, preparando a los estudiantes para los retos del futuro.

Uso de chatbots y asistentes virtuales en la enseñanza de las ciencias

La aplicación de los sistemas de chatbots y asistentes virtuales en la enseñanza de las ciencias ha dado un giro absoluto a la forma de interactuar de los estudiantes con el aprendizaje de los contenidos educativos. Así, en la explicación que dan Rubio et al. (2022), el "desarrollo de UBOT atiende a aspectos comunicativos de socio-afectividad, que son propiedad del ámbito de la comunicación, y son los que permiten que la comunicación con el estudiante y el profesor sea más cercana". A su vez, en este contexto de aprendizaje virtual, estos sistemas no solo proporcionan información administrativa y procedimental, sino que también permiten resolver dudas, dar feedback inmediato, lo que resultará especialmente interesante en el ámbito de las ciencias naturales donde la claridad conceptual es cuestionada.

En el ámbito de las ciencias, los chatbots pueden actuar como tutores virtuales, guiando a los estudiantes a través de conceptos complejos como la termodinámica o la genética. Su capacidad para responder preguntas en tiempo real y ofrecer ejemplos prácticos permite a los estudiantes profundizar en los temas a su propio ritmo. Además, estos sistemas pueden adaptarse a diferentes niveles de conocimiento, proporcionando explicaciones más detalladas para quienes lo necesiten o avanzando rápidamente con aquellos que ya dominan los conceptos. Esta flexibilidad es clave para mantener el interés y la motivación.

La aplicación de los asistentes virtuales en el aprendizaje de las ciencias potencia también el aprendizaje autónomo, los estudiantes pueden emplear estos sistemas a través de la autoexplicación fuera del aula; y así repasar, resolver o estudiar. En las áreas de la química o la física en las cuales es importante la práctica, un chatbot podría proporcionar ejercicios personalizados y un retorno continuamente instantáneo, ayudando al estudiante a

encontrar errores y corregirlos en la acción, de forma que ayudan no sólo a mejorar el rendimiento académico sino a incrementar la confianza en sí mismos.

Otro beneficio destacado es la capacidad de los chatbots para integrarse con otras herramientas tecnológicas, como simuladores y laboratorios virtuales. En ciencias naturales, donde la experimentación es fundamental, esta integración permite a los estudiantes realizar prácticas virtuales guiadas por el asistente, que puede explicar los procedimientos, resolver dudas y analizar los resultados. Esta combinación de teoría y práctica en un entorno interactivo enriquece la experiencia de aprendizaje y facilita la comprensión de fenómenos científicos complejos.

Por otra parte, los asistentes virtuales pueden almacenar la información del progreso de los estudiantes, permitiendo a los docentes identificar las áreas en las que los estudiantes presentan dificultades para elaborar sus estrategias de enseñanza. En el ámbito de las ciencias, donde los errores conceptuales son relativamente habituales, esta información refleja las características fundamentales de los estudiantes y permite elaborar intervenciones personalizadas. Rubio et al. (2022) apuntan que -UBOT presenta buenos resultados en su prueba piloto- lo que evidencia el potencial de estas herramientas para mejorar la comunicación y el aprendizaje en entornos virtuales.

Los chatbots y asistentes virtuales representan una innovación significativa en la enseñanza de las ciencias, al combinar interactividad, personalización y apoyo continuo. Como señalan Rubio et al. (2022), "UBOT es una solución para mejorar las interacciones y la comunicación de estudiantes con entornos virtuales y aplicaciones web de instituciones educativas". Su capacidad para adaptarse a las necesidades individuales y fomentar el aprendizaje autónomo los convierte en aliados indispensables para transformar la educación científica en la era digital.

Análisis de datos educativos para mejorar el aprendizaje

La aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) a la analítica de datos educativos está cambiando el enfoque del aprendizaje, particularmente en el ámbito de las ciencias naturales. Ruiz y Yépez (2024) argumentan que esta técnica es capaz de adaptar el aprendizaje a medida que articula los contenidos y los ritmos de enseñanza contruidos a partir de las necesidades de los estudiantes. Esta personalización implica la analítica de grandes volúmenes de datos que recogen patrones de conductas, dificultades y progresos, logrando que los educadores puedan diseñar estrategias pedagógicas más asertivas y centradas.

Una de las principales ventajas del análisis de datos educativos es su capacidad para ofrecer retroalimentación en tiempo real. Los sistemas basados en IA monitorean el desempeño de los estudiantes, detectan errores comunes y sugieren recursos adicionales para reforzar el aprendizaje. En el contexto de las ciencias naturales, esto es importante para comprender conceptos abstractos o prácticos, ya que los estudiantes reciben apoyo inmediato y personalizado.

Y también el tratamiento de los datos te permite por así decirlo identificar tendencias y predecir el éxito o el fracaso académico. Observando por ejemplo el progreso de nuestros estudiantes podemos intervenir en la enseñanza dando clases de apoyo o ofreciendo materiales a disposición para aquellos que lo necesitan. Esto proporciona a nuestros estudiantes no sólo el acceso a mejores resultados académicos, también provoca las disminuciones de abandono escolar y promueve un ambiente de enseñanza más inclusivo.

La IA también facilita la creación de planes de estudio adaptativos. Al analizar datos históricos y en tiempo real, los sistemas pueden sugerir modificaciones en los contenidos o metodologías para optimizar el aprendizaje. Por ejemplo, si un

grupo de estudiantes muestra dificultades en un tema específico, como la genética o la física, la plataforma puede recomendar actividades adicionales o cambiar el enfoque de enseñanza.

Sin embargo, la aplicación de los datos educativos conlleva también dificultades éticas y prácticas. Ruiz y Yépez (2024) hacen eco de los temores en torno a la privacidad y la seguridad de los datos, así como de la posibilidad de ensanchar la brecha pedagógica si no se asegura un acceso equilibrado hacia esas tecnologías. Es imprescindible establecer lógicas de utilización, que salvaguarden la información del alumnado y, en la misma línea, garantizar que esos avances acaben beneficiando por igual a toda la ciudadanía.

Como señalan Ruiz y Yépez (2024), el análisis de datos educativos mediante IA tiene un potencial transformador en la educación, especialmente en las ciencias naturales. Al personalizar el aprendizaje, ofrecer retroalimentación inmediata y optimizar los planes de estudio, estas herramientas están revolucionando la enseñanza. Sin embargo, es importante abordar los retos éticos y prácticos para garantizar que esta transformación sea equitativa y significativa para todos los estudiantes.

Gamificación y aprendizaje basado en juegos con IA

La gamificación y el aprendizaje basado en juegos con Inteligencia Artificial (IA) están transformando la enseñanza de las ciencias naturales al combinar diversión y educación. Según Laverde Albarracín et al. (2024), "la gamificación basada en IA mejora la motivación, el compromiso y el rendimiento académico en matemáticas, sugiriendo su integración como una práctica educativa efectiva". Estos sistemas utilizan juegos educativos adaptativos que se ajustan a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que resulta especialmente útil en áreas como las ciencias naturales, donde la motivación y la comprensión práctica son clave para el aprendizaje significativo.

En el contexto de las ciencias naturales, los juegos de IA ayudan a los alumnos a relacionarse con ideas muy difíciles de las mencionadas ciencias (física o biología) mediante simulaciones interactivas y retos en un juego. Por ejemplo, un juego puede simular un ecosistema en el que los alumnos deben equilibrar la población de especies y la cantidad de recursos de un ecosistema mediante el juego. Esta forma de llegar a las teorías no sólo permite la comprensión de las teorías científicas sino que también permite desarrollar el pensamiento crítico y la resolución de problemas, competencias clave en el campo científico.

La personalización es uno de los mayores beneficios de la gamificación con IA. Los sistemas analizan el progreso de cada estudiante y adaptan los retos según su nivel de conocimiento y ritmo de aprendizaje. En ciencias naturales, donde los estudiantes suelen tener diferentes niveles de comprensión, esta adaptabilidad asegura que todos puedan avanzar sin sentirse abrumados o desmotivados. Además, la retroalimentación inmediata que proporcionan estos juegos ayuda a corregir errores y reforzar conceptos de manera eficiente.

La gamificación también favorece la colaboración y la competencia sana dentro de los estudiantes. Juegos educativos donde los jugadores interactúan entre sí entrelazados (por ejemplo, en los juegos en línea) pueden favorecer la resolución de problemas de ciencias donde todos están trabajando en una tarea científica o también pueden competir persiguiendo una meta educativa, etc. Esta dinámica no solo favorece el compromiso, sino que además permite desarrollar las habilidades sociales y de trabajo en equipo que prevalecen en el ámbito científico y profesional.

Además, los datos generados por estos sistemas permiten a los docentes monitorear el progreso de los estudiantes y ajustar sus estrategias de enseñanza. En ciencias naturales, donde los errores conceptuales son comunes, esta información es invaluable para diseñar intervenciones personalizadas. Laverde Albarracín et al.

(2024) destacan que "los estudiantes mostraron un aumento significativo en la motivación y el compromiso", lo que evidencia el potencial de la gamificación para transformar la educación científica.

La gamificación y el aprendizaje basado en juegos con IA son, sin lugar a dudas, un fuerte aliado para la enseñanza de las ciencias naturales. Como bien indican Laverde Albarracín et al. (2024), "todo esto indica que la gamificación madura en con IA tiene efectos positivos sobre la motivación, el compromiso y también sobre el rendimiento académico". Su poder de combinar diversión, personalización y aprendizaje de calidad la constituyen como una apuesta por la innovación en el marco de la superación de los retos educativos que nos trae el presente y el futuro en el campo científico.

Herramientas de evaluación automatizada y retroalimentación inmediata

Las herramientas para la evaluación automatizada, amparadas por la Inteligencia Artificial (IA), están reformulando el modo en el que se evalúa el aprendizaje, especialmente en áreas como las ciencias naturales; de hecho, para Becerra (2024), estas sobrepasan las limitaciones de la corrección manual, por ejemplo, la falta de objetividad y la falta de consistencia; más bien, le brindan al profesorado una retroalimentación directa y precisa; no solo le facilita al docente optimizar su tiempo, sino que mejora la experiencia al aprender, ya que la IA proporciona respuestas rápidas y adaptadas.

Una de las principales ventajas de estas herramientas es su capacidad para evaluar grandes volúmenes de trabajo en poco tiempo. En el contexto de las ciencias naturales, donde los estudiantes realizan experimentos, resuelven problemas complejos o desarrollan proyectos, la evaluación automatizada garantiza que cada tarea sea revisada de manera exhaustiva y justa. Esto permite

a los docentes centrarse en aspectos más estratégicos de la enseñanza.

En otro horizonte, la retroalimentación inmediata, es también determinante para el aprendizaje apropiado. Las herramientas de IA, no sólo indican los errores, sino que también explican el porqué del error y, simultáneamente, lo ayudan a remediar dicho error. En asignaturas que conllevan conceptos abstractos²⁴¹⁰ como la Física, la Química o la Biología, esta retroalimentación aporta información concreta para mejorar la comprensión del principio científico en cuestión, y, por lo tanto, evita hacer el mismo error²⁴¹¹.

La personalización es otra característica destacada. Estas herramientas adaptan la retroalimentación según el nivel de cada estudiante, ofreciendo explicaciones más simples o avanzadas según sea necesario. Esto es particularmente útil en clases con estudiantes de diferentes habilidades, ya que asegura que todos reciban el apoyo adecuado para progresar.

No obstante, tal y como expone Becerra (2024), estas son herramientas que también presentan problemas. La dificultad técnica y el tener que establecer altos estándares de precisión son cuestiones que representan retos importantes. Asimismo, hay que hacer hincapié en garantizar que la retroalimentación automática no sustituya a la atención humana, ya que el contacto con los profesores sigue siendo importante para una buena educación.

Como destaca Becerra (2024), las herramientas de evaluación automatizada y retroalimentación inmediata representan un avance significativo en la educación, especialmente en las ciencias naturales. Al combinar eficiencia, precisión y personalización, estas herramientas no solo mejoran el proceso de evaluación, sino que también enriquecen la experiencia de aprendizaje. Sin embargo, su implementación debe ser cuidadosa

para equilibrar la tecnología con la interacción humana y garantizar que los estudiantes reciban una educación integral y de calidad.

Recursos multimedia interactivos generados por IA

Los recursos multimedia interactivos originados por la Inteligencia Artificial (IA) están transformando la enseñanza de las ciencias naturales gracias a la introducción de contenidos interactivos y personalizados. Según indican Bueno Montilla y Pinho De Oliveira (2024), "la IA ha logrado incrementar la calidad del contenido, automatizado y simplificado la producción, así como también permitir la personalización de los recursos". Dichos recursos, que abarcan vídeos interactivos, simulaciones o animaciones, permiten a los estudiantes indagar conceptos científicos a partir de experiencias visuales y prácticas que permiten la comprensión de temas considerados complejos: física cuántica o genética molecular.

En el ámbito de las ciencias naturales, los recursos multimedia generados por IA pueden adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes. Por ejemplo, un video interactivo sobre el ciclo del agua puede ajustar su nivel de detalle según el conocimiento previo del estudiante, ofreciendo explicaciones más profundas o simplificadas según sea necesario. Esta adaptabilidad no solo mejora la experiencia de aprendizaje, sino que también asegura que todos los estudiantes, independientemente de su nivel, puedan avanzar a su propio ritmo.

La interactividad constituye uno de los elementos importantes de estos recursos, ya que los alumnos pueden modificar los valores de las variables que definen una simulación científica, como por ejemplo la temperatura en una determinada práctica de química o bien las condiciones de un ecosistema simulado. Poder realizar estos cambios y observar los resultados de forma instantánea, es una puerta abierta para el desarrollo del pensamiento crítico y la curiosidad científica en los alumnos,

características que son imprescindibles en la enseñanza de las ciencias naturales, y además, la inmediatez de la retroalimentación proporcionada por estos recursos favorece la correcta identificación de los errores cometidos y la validación de los conceptos involucrados.

La inclusión también es una ventaja significativa de los recursos multimedia generados por IA. Estos sistemas pueden adaptarse para atender a estudiantes con discapacidades, ofreciendo subtítulos, descripciones de audio o interfaces accesibles. En ciencias naturales, donde la visualización de conceptos es fundamental, esta adaptabilidad asegura que todos los estudiantes tengan igualdad de oportunidades para aprender y participar activamente en el proceso educativo.

Ahora bien, la incorporación de la IA para la generación de diversos recursos multimedia también va acompañada de ciertos retos éticos y de privacidad, tal como indican Bueno Montilla y Pinho De Oliveira (2024); los docentes debían actuar con responsabilidad y ética al implementar la IA para que su uso fuese apropiado para mejorar la educación. Deben acordarse directrices claras para el uso de datos, así como considerar si los recursos generados con IA son inclusivos y respetuosos de la diversidad de los estudiantes

Los recursos multimedia interactivos generados por IA representan una herramienta poderosa para la enseñanza de las ciencias naturales. Como destacan Bueno Montilla y Pinho De Oliveira (2024), "la IA es una herramienta poderosa que puede mejorar significativamente la calidad del contenido utilizado en la educación y hacerlo más inclusivo". Su capacidad para combinar personalización, interactividad e inclusión los convierte en una estrategia innovadora para enfrentar los retos educativos actuales y futuros en el ámbito científico.

Aprendizaje adaptativo en ciencias naturales

El aprendizaje adaptativo, impulsado por Inteligencia Artificial (IA), está revolucionando la enseñanza de las ciencias naturales al personalizar el proceso educativo según las necesidades individuales de los estudiantes. Según Ampudia et al. (2024), esta metodología permite adaptar contenidos, ritmos de aprendizaje y estrategias pedagógicas, creando un entorno más inclusivo y efectivo. Al analizar las percepciones de los docentes, se destaca que el aprendizaje adaptativo fomenta la igualdad de oportunidades y elimina barreras físicas, lo que lo convierte en una herramienta esencial para la educación moderna.

Una de las principales ventajas del aprendizaje adaptativo radica precisamente en su capacidad para adaptarse a los diferentes estilos y ritmos de aprendizaje que presenta cada alumno. En ciencias naturales, donde muchas veces podemos notar que los conceptos pueden variar en todo tipo de complejidad, la inteligencia artificial (IA), la cual se convertirá en una herramienta fundamental del aprendizaje adaptativo, identificará las fortalezas y debilidades de los alumnos y les ofrecerá recursos y actividades adaptadas a la forma de aprender. No sólo mejora la comprensión, sino que además aumenta la motivación y compromiso durante el proceso de aprendizaje.

Además, el aprendizaje adaptativo promueve un enfoque experiencial, donde los estudiantes son protagonistas de su propio aprendizaje. A través de simulaciones, laboratorios virtuales y proyectos interactivos, los alumnos pueden explorar fenómenos científicos de manera práctica y significativa. Esto es especialmente útil en áreas como la biología, la química o la física, donde la experimentación es clave para comprender conceptos abstractos.

La retroalimentación personalizada es otro pilar fundamental. Las herramientas basadas en IA ofrecen recomendaciones específicas para mejorar el desempeño, lo que

permite a los estudiantes corregir errores y avanzar de manera más eficiente. En el contexto de las ciencias naturales, esta retroalimentación es importante para desarrollar habilidades como el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

No obstante, la puesta en marcha del aprendizaje adaptativo precisa de la intervención de un enfoque moderado. Los docentes tienen que haber sido formados en la forma de integrar esas herramientas en su metodología; se entendía que es fundamental no perder la interacción humana, un factor esencial para el aprendizaje significativo. Además, es fundamental saber dar también respuesta a retos técnico-éticos, como sería el caso de la privacidad de los datos o el acceso equitativo a la tecnología.

Como señalan Ampudia et al. (2024), el aprendizaje adaptativo mediante IA es una metodología transformadora para la enseñanza de las ciencias naturales. Al combinar personalización, inclusión y retroalimentación, estas herramientas no solo mejoran el rendimiento académico, sino que también fomentan habilidades del siglo XXI, como la creatividad y la colaboración. Su implementación efectiva puede crear un entorno educativo más dinámico y significativo, preparando a los estudiantes para los retos del futuro.

Integración de IA en proyectos de investigación escolar

En proyectos escolares de ciencias naturales, la IA puede actuar como un asistente virtual que guía a los estudiantes en cada etapa del proceso investigativo. Por ejemplo, al estudiar el impacto de la contaminación en un ecosistema local, los estudiantes pueden utilizar IA para recopilar datos, generar gráficos y comparar sus hallazgos con estudios previos. Esta integración no solo agiliza el proceso, sino que también permite a los estudiantes centrarse en la interpretación y aplicación de los resultados, habilidades clave en la investigación científica.

La personalización es una acción más, a modo de ejemplo, de las ventajas que la IA puede proporcionar a los proyectos de aprendizaje. Los sistemas pueden adaptarse al nivel de conocimientos y al ritmo de aprendizaje de cada uno de los estudiantes, ofreciendo así recursos y sugerencias adaptadas a esos niveles. En ciencias naturales, donde los contenidos de los proyectos pueden abordar los microorganismos en el microscopio pero también fenómenos climáticos, adaptarse de este modo significa preparar al estudiante para participar de forma activa, sin que su nivel de conocimiento previo se convierta en un obstáculo en el proyecto.

Además, la IA puede fomentar la colaboración entre estudiantes al facilitar la comunicación y el intercambio de ideas. Herramientas como ChatGPT pueden ayudar a los equipos a organizar sus tareas, resolver dudas y sintetizar información de manera eficiente. En proyectos de ciencias naturales, donde el trabajo en equipo es esencial, esta capacidad para coordinar esfuerzos y compartir conocimientos enriquece la experiencia de aprendizaje y promueve habilidades sociales y de colaboración.

Pero la incorporación de la IA en el marco de la escolaridad plantea también retos éticos y retos prácticos. De acuerdo con Saz-Pérez y Pizà-Mir (2024), "incongruencias entre la confianza y detección de la realización de tareas con inteligencia artificial en el alumnado y el profesorado evidencian dos aspectos de preocupación". Conviene insistir en la conveniencia de establecer unas directrices suficientemente claras para hacer uso de esta herramienta, evitando que el alumnado desarrolle su capacidad de crítica, haciendo que se eduque para el conocimiento del funcionamiento de estas herramientas de resolución problemática, sin llegar a pensar que todo lo puede resolver una máquina.

La integración de IA en proyectos de investigación escolar representa una oportunidad única para enriquecer la enseñanza de las ciencias naturales. Como destacan Saz-Pérez y Pizà-Mir (2024),

"la importancia de equilibrar beneficios tecnológicos con el razonamiento crítico y proyectos profundos se subraya". Al combinar la potencia de la IA con el desarrollo de habilidades individuales, los estudiantes pueden abordar retos científicos de manera innovadora y efectiva, preparándose para un futuro donde la tecnología y el pensamiento crítico son fundamentales.

La siguiente tabla resume los principales hallazgos de investigaciones recientes sobre inteligencia artificial en educación. Organizada por autor(es), presenta evidencias del impacto positivo de la IA en personalización del aprendizaje, tutorías inteligentes, gamificación y evaluación automatizada, junto con los retos éticos y técnicos que implica su implementación en diversos contextos educativos.

Tabla 2
Metodologías y Herramientas de IA para la Enseñanza de las Ciencias Naturales

Autor(es)	Hallazgo Principal
Moles, Y. M. (2021)	La Inteligencia Artificial (IA) en la educación maximiza la enseñanza y el aprendizaje. Se destacan cuatro eras tecnológicas, siendo la IA la más relevante. Herramientas como Siri, Google Now, Alexa y Cortana, junto con aplicaciones como Socratic, son ejemplos de su implementación.
Carbonell Bernal, N., & Hernández Prados, M. Ángeles. (2024)	Los Sistemas de Tutoría Inteligente (STI) mejoran el rendimiento académico, personalizan contenidos y apoyan la autorregulación. El COVID-19 impulsó su uso, destacando su impacto positivo en la enseñanza-aprendizaje.

Autor(es)	Hallazgo Principal
Olivares Pinto, U. (2021)	Un Laboratorio Virtual facilita la enseñanza de programación, IA y matemáticas, combatiendo el rezago educativo y mejorando los procesos de aprendizaje en niveles medio-superior y superior.
Rubio, J. M., Neira-Peña, T., Molina, D., & Vidal-Silva, C. (2022)	El asistente virtual UBOT mejora la comunicación en entornos virtuales de aprendizaje, siendo una herramienta efectiva para la interacción entre estudiantes y profesores.
Ruiz Muñoz, G. F., & Yépez González, D. A. (2024)	La IA personaliza el aprendizaje y enriquece la comprensión con realidad aumentada y virtual. Sin embargo, plantea retos éticos, como la privacidad y la brecha educativa.
Laverde Albarracín, E. J., Chacón Cárdenas, M. G., Chacón Cárdenas, A. P., & Illescas Bonilla, S. X. (2024)	La gamificación basada en IA aumenta la motivación, el compromiso y el rendimiento académico en matemáticas, sugiriendo su integración como práctica educativa efectiva.
Becerra Cacho, C. (2024)	Las herramientas de calificación automatizada mejoran la objetividad y consistencia en la evaluación de códigos de programación, aunque enfrentan retos técnicos y pedagógicos.

Autor(es)	Hallazgo Principal
------------------	---------------------------

Bueno Montilla, A., & Pinho De Oliveira, F. (2024)	La IA mejora la calidad y personalización de recursos multimedia en la Educación Superior, aunque requiere un enfoque ético y responsable.
Ampudia Iza, C., Yanqui Crespo, M. V., Ullauri Jaramillo, G. F., & Villón Lucín, M. A. (2024)	El aprendizaje adaptativo mediante IA en ciencias naturales promueve un entorno educativo inclusivo y personalizado, fomentando habilidades del siglo XXI como la creatividad y la resolución de problemas.
Saz-Pérez, F., & Pizà-Mir, B. (2024)	ChatGPT y otras herramientas de IA generativa plantean retos éticos en la educación, requiriendo un equilibrio entre beneficios tecnológicos y el desarrollo de habilidades críticas.

Nota: Elaboración propia del autor con base en las fuentes citadas.

Capítulo 3:

Impacto de la IA en el Aprendizaje de las Ciencias Naturales

La inteligencia artificial (IA), se ha convertido en una herramienta de transformación educativa, especialmente en el ámbito del aprendizaje de las ciencias naturales. La IA puede mejorar la comprensión de los conceptos y propiciar la creatividad, favoreciendo en consecuencia el aprendizaje eficaz y significativo (Salas Molina et al. 2024). Este capítulo explora de qué manera la IA favorece tanto la forma de aprender los contenidos científicos, como el hecho de desarrollar habilidades básicas como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, claves en la formación de futuros profesionales en las disciplinas STEM.

Uno de los principales beneficios de la IA en la educación científica es su capacidad para personalizar el aprendizaje. Granda Encalada et al. (2024) destacan que la IA adapta los contenidos a las necesidades individuales de los estudiantes, promoviendo una mayor inclusión y accesibilidad. Además, herramientas como los chatbots, analizados por Rodríguez Almazán et al. (2023), facilitan un aprendizaje interactivo y personalizado, lo que incrementa la motivación y el engagement de los estudiantes, elementos esenciales para un rendimiento académico óptimo.

La curiosidad, entendida como un motor para el aprendizaje, constituye un elemento fundamental en el ámbito de las ciencias naturales. Coba Contreras (2024) manifiesta que la IA potenciará este ámbito al ofrecerles a los estudiantes la oportunidad de vivir experiencias de exploración y descubrimiento, en especial en las zonas rurales. También la enseñanza basada en la indagación tal y como la proponen Narváez Palacios y Gutiérrez Avendaño (2023) es fortalecida por recursos de IA que promuevan el aprendizaje colaborativo y el desarrollo de habilidades científicas.

El rol del docente también se transforma en un entorno apoyado por IA. Hernández Paz y López Mejía (2023) subrayan que los profesores se convierten en facilitadores del aprendizaje, aunque enfrentan retos éticos y técnicos. La formación docente en

el uso de estas tecnologías es fundamental para maximizar sus beneficios y garantizar una implementación efectiva, tal como lo sugiere González-González (2023) en su análisis sobre la transformación educativa mediada por IA.

La evaluación del impacto que tiene la IA sobre el rendimiento escolar y el efecto que tiene el uso de esta tecnología desde la visión tanto del alumnado como la del profesorado son aspectos fundamentales para conocer su calado. En este sentido, Alpizar Garrido y Martínez Ruiz (2024) demuestran que los/as estudiantes valoran positivamente el uso de herramientas de AI, mostrándose especialmente satisfechos/as con su forma de explicar los temas de forma clara y personalizada. El presente capítulo tiene como objetivo el de ofrecer una visión integral de cómo la IA está transformando la forma de entender la enseñanza de las ciencias naturales, de manera que prepare al alumnado para un futuro marcado por la tecnología innovadora.

Mejora de la comprensión conceptual mediante IA

La inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la comprensión conceptual en el aprendizaje de las ciencias naturales. Según Salas Molina et al. (2024), la IA no solo optimiza la lecto-comprensión y la integración de conceptos, sino que también fomenta la creatividad y la generación de ideas. Estos hallazgos son particularmente relevantes en el ámbito científico, donde la capacidad de sintetizar y relacionar información es fundamental. La IA permite a los estudiantes identificar conceptos clave de manera más eficiente, lo que facilita un aprendizaje más profundo y significativo.

Una de las principales virtudes de la inteligencia artificial es la personalización del aprendizaje. Al ajustarse a las necesidades de cada uno de los alumnos, la inteligencia artificial proporciona explicaciones precisas y ejemplos localizados que ayudan a la comprensión de conceptos difíciles. Esto es particularmente útil en

las ciencias naturales, donde esos tipos de conocimiento de temática particular que requieren un alto nivel de abstracción, como la física, la química o la biología, se benefician mucho. Elementos de la inteligencia artificial, como las simulaciones o las tutorías virtuales, permiten a los alumnos visualizar procesos científicos que de otro modo serían difíciles de entender.

Además, la IA facilita la retroalimentación inmediata, lo que ayuda a los estudiantes a corregir errores y consolidar su comprensión en tiempo real. Plataformas educativas basadas en IA pueden identificar áreas de dificultad y proporcionar recursos adicionales para reforzar el aprendizaje. Este enfoque no solo mejora la retención de información, sino que también promueve la autonomía del estudiante, permitiéndole avanzar a su propio ritmo y según sus necesidades específicas.

La enseñanza de las ciencias naturales es igualmente reforzada por la integración de la inteligencia artificial y, de este modo, el desarrollo de la capacidad de pensamiento crítico: este viene estimulado por la interacción con herramientas que cuestionan y proponen problemas complejos, lo que a su vez va enriqueciendo el desarrollo de habilidades de análisis y de solución de problemas. Así, las habilidades críticas no solo fortalecen su comprensión conceptual, sino que también les prepara para un verdadero reto científico que deben asumir en el mundo real y que solamente puede ser afrontado a partir de la función de análisis y síntesis de la información.

Otro aspecto destacable es el uso de la IA para crear entornos de aprendizaje colaborativo. Plataformas inteligentes pueden mediar en la interacción entre estudiantes, facilitando discusiones y proyectos grupales que refuerzan la comprensión de conceptos científicos. Este enfoque no solo enriquece el aprendizaje individual, sino que también promueve habilidades sociales y de trabajo en equipo, esenciales en el ámbito científico.

Por su parte, la IA representa un importante avance en la mejora de la comprensión conceptual en ciencias de la naturaleza. Como indica Salas Molina et al. (2024), su efecto en la identificación de conceptos fundamentales y en la eficacia del aprendizaje es un hecho estadísticamente significativo. Al implantar estas tecnologías en sistemas educativos, el acto de enseñar- aprender deja de ser una mera relación lineal en el contexto educativo, sino que se convierten en un proceso en el que el alumnado se va preparando ante una era de innovación tecnológica y aprendizaje crítico.

Desarrollo de habilidades científicas y pensamiento crítico.

La importancia de la formación de habilidades científicas y el pensamiento crítico radica en que los estudiantes puedan demostrar las capacidades necesarias para enfrentar los retos de unas sociedades futuras complejas. La enseñanza y aprendizaje a partir de la investigación enfatizan que el carácter problemático de los contenidos curriculares permite que los alumnos puedan resolver problemas, avanzar en un aprendizaje científico y desarrollar una capacidad de pensamiento crítico. De esta manera, este enfoque no solo enriquece el aprendizaje de las ciencias naturales, sino que también capacita a los estudiantes para que sepan usar métodos científicos en un contexto real, un aprendizaje que, además, les permite, a través de este proceso, garantizar una comprensión profunda y aplicada de los fenómenos naturales.

La integración de la inteligencia artificial (IA) en el aprendizaje de las ciencias naturales ha revolucionado la forma en que los estudiantes desarrollan habilidades científicas. Herramientas como simulaciones, modelos predictivos y plataformas de análisis de datos permiten a los estudiantes experimentar y visualizar conceptos abstractos de manera interactiva. Esto no solo facilita la comprensión de teorías científicas, sino que también fomenta el pensamiento crítico al

enfrentar a los estudiantes a situaciones donde deben analizar, interpretar y tomar decisiones basadas en evidencia.

El pensamiento crítico consiste en tener el balón de la organización del pensamiento cuando se trata de la capacidad de formular cuestiones y juzgar y sintetizar información". En la ciencia natural, la IA puede ofrecer unas posibilidades únicas para permitir que el alumnado contraste las hipótesis y valide resultados, así como considere diferentes y plurales puntos de vista, etc. Por ejemplo, la utilización por parte del alumnado de algoritmos de IA para analizar cantidades ingentes de datos puede representar un punto decisivo para visibilizar patrones y relaciones que no podrían ser observadas en circunstancias normales, y de esta manera reforzar su argumentación y toma de decisiones.

Además, el desarrollo de habilidades científicas a través de la IA no se limita al ámbito teórico, sino que se extiende a la práctica. Los estudiantes pueden participar en proyectos de investigación escolar, donde utilizan herramientas tecnológicas para diseñar experimentos, recolectar datos y comunicar sus hallazgos. Este enfoque práctico, respaldado por la IA, no solo refuerza el aprendizaje, sino que también inspira a los estudiantes a interesarse por carreras científicas y tecnológicas, contribuyendo así a la formación de futuros profesionales innovadores.

Sin embargo, para aprovechar las capacidades de la IA en el desarrollo de habilidades científicas y de pensamiento crítico, hacer necesario contar con profesores preparados. Para Narváez Palacios y Gutiérrez Avendaño (2023) se hace necesario contar con más profesores formados en procesos de investigación que faciliten a los alumnos el empleo de estas herramientas. La formación del profesorado en metodologías innovadoras y la disponibilidad de recursos tecnológicos son esencial para que los estudiantes puedan beneficiarse de las posibilidades que presenta la IA.

La integración de la IA en el aprendizaje de las ciencias naturales representa una oportunidad única para fortalecer el desarrollo de habilidades científicas y el pensamiento crítico. Como señalan Narváez Palacios y Gutiérrez Avendaño (2023), este enfoque no solo prepara a los estudiantes para resolver problemas complejos, sino que también fomenta una cultura investigativa que es esencial para el progreso científico y social. La combinación de herramientas tecnológicas y estrategias pedagógicas innovadoras es fundamental para formar individuos capaces de enfrentar los retos del futuro.

Fomento de la curiosidad y la exploración en ciencias naturales

La curiosidad se presenta como una clave fundamental para propiciar el aprendizaje significativo en el ámbito de las ciencias naturales, en particular en los complejos contextos educativos que corresponden a aulas rurales. Tal y como expone Coba Contreras (2024), la curiosidad se encuentra asociada a diferentes dimensiones cognitivas, afectivas y motivacionales que tienden a promover el entendimiento significativo de los conceptos científicos. La inteligencia artificial (IA) puede contribuir al fomento de la curiosidad mediante experiencias interactivas y personalizadas que permiten invitar a los estudiantes a explorar e investigar el entorno que se encuentra en su alrededor, promoviendo así un aprendizaje más activo y participativo.

La IA permite crear entornos de aprendizaje que estimulan la curiosidad mediante herramientas como simulaciones, laboratorios virtuales y recursos multimedia. Estas tecnologías ofrecen a los estudiantes la oportunidad de experimentar con fenómenos científicos de manera segura y controlada, lo que despierta su interés y los motiva a indagar más allá de lo que se enseña en el aula. Por ejemplo, plataformas basadas en IA pueden plantear preguntas desafiantes o presentar problemas científicos

que requieren soluciones creativas, incentivando la exploración y el descubrimiento.

Por otra parte, la inteligencia artificial es capaz de adaptarse a aquellos intereses personales de los alumnos, lo que contribuye a reforzar su motivación intrínseca a la hora de aprender. Al proporcionarles contenido y actividades que respondan a sus inquietudes, la inteligencia artificial no solamente les hace mantener su atención, sino que los incita también a progresar en temas en particular. Por tanto, este tipo de aprendizaje individualizado se presenta como un apoyo de gran utilidad dentro del ámbito de las ciencias naturales, donde la articulación entre teoría y práctica resulta siempre esencial para comprender conceptos abstractos.

La curiosidad también se fomenta a través de la retroalimentación inmediata que proporcionan las herramientas de IA. Cuando los estudiantes reciben respuestas rápidas y claras a sus preguntas, se sienten más motivados a seguir explorando y aprendiendo. Esta retroalimentación no solo corrige errores, sino que también refuerza los aciertos, lo que contribuye a construir una actitud positiva hacia el aprendizaje científico.

Otro aspecto relevante es el papel del docente como facilitador de la curiosidad. La IA no sustituye al docente, sino que lo complementa, proporcionándoles herramientas para diseñar secuencias didácticas que prioricen la exploración y las preguntas. Tal y como indica Coba Contreras (2024), la reflexión del docente sobre su propia práctica es fundamental para poder implementar estrategias que potencien la curiosidad y, por ende, un aprendizaje significativo.

La IA es una aliada poderosa para fomentar la curiosidad y la exploración en ciencias naturales. Al ofrecer experiencias interactivas, personalizadas y estimulantes, estas tecnologías no solo despiertan el interés de los estudiantes, sino que también los

preparan para enfrentar retos científicos con una mentalidad inquisitiva. Como destaca Coba Contreras (2024), la curiosidad es un agente motivante clave que, cuando se integra con herramientas de IA, puede transformar la manera en que los estudiantes se relacionan con el conocimiento científico.

Inclusión y accesibilidad en la enseñanza de las ciencias con IA

La inclusión y accesibilidad en la enseñanza de las ciencias con inteligencia artificial (IA) se han convertido en pilares fundamentales para garantizar una educación equitativa. Granda Encalada et al. (2024) destacan que la IA no solo personaliza el aprendizaje, sino que también promueve la inclusión al identificar y atender necesidades especiales de los estudiantes. Esto es especialmente relevante en las ciencias naturales, donde herramientas como simulaciones interactivas y sistemas de tutoría inteligente permiten a estudiantes con diversas capacidades acceder a contenidos adaptados a sus ritmos y estilos de aprendizaje, eliminando barreras tradicionales.

La IA es una forma de contribuir a la creación de entornos de aprendizaje inclusivos, ya que puede ofrecer recursos accesibles, a modo de, entre otros, subtítulos automáticos, lectores de texto, traducción instantánea, con un apoyo sobre todo importante para estudiantes con discapacidad auditiva, visual o del lenguaje, que de esta manera pueden realizar actividades científicas. Además, las plataformas didácticas basadas en IA pueden proporcionar ejercicios con un nivel de dificultad ajustable a las características de cada estudiante, lo cual no solo contribuye al aprendizaje, sino que fomenta la confianza y la autonomía en el proceso.

En el ámbito de las ciencias naturales, la IA también promueve la accesibilidad al democratizar el acceso a laboratorios virtuales y experimentos simulados. Estudiantes en zonas remotas o con recursos limitados pueden realizar prácticas científicas sin

necesidad de infraestructura costosa. Esto no solo reduce las desigualdades educativas, sino que también inspira a más jóvenes a interesarse por carreras científicas, independientemente de su contexto socioeconómico o geográfico.

La posibilidad que tienen los sistemas de IA para ofrecer retroalimentación inmediata y personalizada, es otro elemento de gran importancia. Esto es fundamental para aquellos estudiantes que necesitan apoyo adicional. De este modo, los sistemas de IA permiten que los estudiantes puedan identificar y corregir errores en el mismo momento. Por otra parte, los sistemas de IA también permiten la posibilidad de identificar patrones de aprendizaje y sugerir estrategias específicas para mejorar el rendimiento, siendo especialmente importante para aquellos estudiantes que pueden tener dificultades de aprendizaje o necesidades educativas especiales.

La implementación de IA en la enseñanza de las ciencias también fomenta la colaboración y el aprendizaje colectivo. Herramientas como chatbots educativos y plataformas de trabajo en equipo facilitan la interacción entre estudiantes, promoviendo un ambiente inclusivo donde todos pueden contribuir y aprender de manera equitativa. Esto no solo enriquece el proceso educativo, sino que también prepara a los estudiantes para trabajar en entornos diversos y multiculturales.

La inteligencia artificial se ha consolidado como un aliado eficaz para favorecer la inclusión y la accesibilidad en la enseñanza de las ciencias. Tal y como apuntan Granda Encalada et al. (2024), esta tecnología no solamente convierte los contenidos en aptos, sino que al mismo tiempo hace disminuir las barreras educativas y apoya el acceso a la educación por parte de todos los estudiantes. Integrar herramientas innovadoras en el aula es garantía de que el alumnado accederá al desarrollo de su potencial científico para contribuir al progreso de la sociedad independientemente de sus capacidades y de sus contextos.

Impacto en la motivación y el engagement de los estudiantes.

La inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta poderosa para incrementar la motivación y el engagement de los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias naturales. Según Ventura Campos et al. (2024), el capital psicológico, que incluye factores como la autoeficacia y la resiliencia, es un predictor clave de la motivación y el compromiso académico. La IA, al ofrecer experiencias de aprendizaje personalizadas e interactivas, fortalece este capital psicológico, lo que se traduce en una mayor disposición de los estudiantes para involucrarse activamente en su proceso educativo.

Una forma positiva de influir en la motivación es la gamificación. Las plataformas de educación para el aprendizaje alimentadas por inteligencia artificial (IA) aplican dinámicas del juego, como recompensas y retos, que refuerzan el interés y el compromiso del alumnado. Estas plataformas, además de hacer que la educación permita disfrutar del proceso de aprendizaje, estimula la perseverancia y el esfuerzo en el aprendizaje, sobre todo en disciplinas complejas como las ciencias de la naturaleza, en las cuales la motivación intrínseca es decisiva para superar las dificultades.

Además, la IA facilita la retroalimentación inmediata y constructiva, lo que refuerza la autoeficacia de los estudiantes. Al recibir respuestas rápidas y precisas sobre su desempeño, los alumnos se sienten más seguros de sus capacidades y más motivados para seguir aprendiendo. Este ciclo de retroalimentación positiva no solo mejora el engagement, sino que también reduce la ansiedad asociada con el aprendizaje de conceptos científicos difíciles.

La personalización del aprendizaje es otra de las variables que impacta la motivación. La IA personaliza los contenidos y las

actividades a las capacidades específicas de cada aprendiz, los cuales pueden avanzar a su propio ritmo y en función de sus intereses. Dicha flexibilidad no solo hace que el aprendizaje sea más pertinente, sino que además genera un sentimiento de autonomía y control que son claves para mantener un alto nivel de engagement.

La IA también promueve el aprendizaje colaborativo, lo que aumenta la motivación a través de la interacción social. Herramientas inteligentes facilitan la colaboración entre estudiantes, permitiéndoles trabajar juntos en proyectos y resolver problemas de manera conjunta. Esta dinámica no solo enriquece el aprendizaje, sino que también fortalece las habilidades sociales y el sentido de pertenencia, factores que contribuyen al engagement académico.

La IA tiene un efecto importante en la motivación y el engagement en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. En este sentido, Ventura Campos et al. (2024), insisten en que para predecir y mejorar la motivación y el engagement, es fundamental fortalecer el capital psicológico a través de estrategias pedagógicas innovadoras. Integrar la IA para la educación no solo permite aprender en sentido estricto, sino también preparar a los estudiantes para los estudios adecuados para los retos de la academia con una actitud cognitiva vinculada, tal como hace respecto de sus conocimientos en ciencias naturales.

Rol del docente en un entorno de enseñanza apoyado por IA

El papel del docente en un ambiente de enseñanza mediada con inteligencia artificial (IA) ha cambiado notablemente. De ser un mero transmisor de conocimiento ha pasado a ser un facilitador del aprendizaje. Según Hernández Paz y López Mejía (2023), la IA ha hecho que cambie la labor del profesor, quien debe poseer habilidades pedagógicas, tecnológicas y críticas para integrarlas

adecuadamente. En este sentido, en el contexto de las ciencias naturales, el docente debe orientar a sus estudiantes en la utilización de las simulaciones, el análisis de los datos o las aplicaciones de IA y aplicar estrategias activas y significativas para la construcción del aprendizaje.

La IA no reemplaza al docente, sino que amplía sus capacidades para personalizar la enseñanza. En las ciencias naturales, los profesores pueden utilizar sistemas de IA para identificar las necesidades individuales de los estudiantes y adaptar los contenidos según su ritmo de aprendizaje. Esto permite atender a la diversidad en el aula, ofreciendo apoyo adicional a quienes lo requieren y retos más complejos a aquellos que avanzan rápidamente, optimizando así el proceso educativo.

También el profesorado juega un importante papel en la comprensión y contextualización de los resultados que corresponden a la inteligencia artificial. Si bien ya se ha descrito el potencial que tiene esta clase de instrumentos para analizar datos, ofrecer a los alumnos retroalimentación instantánea, etc., el profesorado es el encargado de ayudar a los alumnos a mostrar el sentido de esos resultados y es quien ayuda a los alumnos a poder llegar a realizar este uso del componente en la vida real, o mejor aún, en situaciones cotidianas, en este caso, en la actividad específica de un proceso de enseñanza o de aprendizaje. Esto se hace especialmente necesario en las ciencias naturales, ya que la capacidad de encadenar datos a partir de una serie de experimentos con los que se habrían de formular conclusiones es de suma importancia.

La formación continua del docente es esencial para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la IA. Hernández Paz y López Mejía (2023) enfatizan la necesidad de capacitar a los profesores en el uso ético y efectivo de estas tecnologías. En el ámbito de las ciencias, esto incluye aprender a integrar herramientas como laboratorios virtuales, modelos

predictivos y plataformas de colaboración, asegurando que su uso contribuya al desarrollo de habilidades científicas y pensamiento crítico.

Pero el maestro también ha de tener presente las dificultades éticas que pueden surgir para la educación por medio de la IA, por ejemplo, la brecha digital; así como la posible dependencia que pudieran tener de los reparos básicos de la tecnología para su formación.

El garante de que todos los estudiantes tengan acceso a estas herramientas de manera equitativa, también será el profesor; en definitiva, será de su responsabilidad promover un uso reflexivo y crítico de la IA. Esto es especialmente importante en el caso de profesorado para ciencias naturales, pues uno de los temas que ha de tratar es precisamente el uso crítico de la IA: ha de convertirse en un habitual que el estudiante cuestione y trate de entender la crítica de la IA, sabiendo parar así, y siempre bajo una actitud científica, un posible punto de no retorno.

El docente sigue siendo un actor central en la educación, incluso en un entorno apoyado por IA. Como señalan Hernández Paz y López Mejía (2023), la IA debe ser un complemento y no un sustituto de la interacción humana. En las ciencias naturales, el profesor no solo facilita el aprendizaje, sino que también guía a los estudiantes en el uso ético y efectivo de la tecnología, asegurando una educación inclusiva y de calidad que prepare a las futuras generaciones para los retos del mundo moderno.

Colaboración entre estudiantes mediada por herramientas de IA

La inteligencia artificial (IA) ha transformado la manera en que los alumnos colaboran en la enseñanza de las ciencias naturales. En este sentido, según Hidalgo Suárez, Llanos Mosquera y Bucheli Guerrero (2021), las herramientas educativo-pedagógicas

basadas en IA contribuyen al aprendizaje colaborativo de diferentes maneras, pero principalmente a partir de metodologías activas y tecnologías de vanguardia que fomentan la interacción entre alumnos. Además, estas plataformas permiten a los docentes observar y dar feedback acerca del progreso alcanzado en el desarrollo del trabajo, propiciando un clima más activo y participativo en el aprendizaje.

Una de las principales ventajas de la IA en la colaboración estudiantil es su capacidad para organizar y gestionar grupos de trabajo. Herramientas inteligentes pueden asignar roles, distribuir tareas y facilitar la comunicación entre los miembros del equipo, lo que optimiza el tiempo y los recursos. Esto es especialmente útil en ciencias naturales, donde proyectos como experimentos virtuales o investigaciones grupales requieren una coordinación efectiva para alcanzar resultados significativos.

La IA fomenta la equidad en la participación al asegurar que la total participación de los estudiantes se realiza de una forma activa. Las herramientas inteligentes son capaces de reconocer patrones de interacción y proponer modificaciones para que todos y cada uno de los miembros del grupo puedan aportar sus ideas. Esto no solo mejora la calidad del trabajo colaborativo, sino que también promueve habilidades sociales, como la empatía y respeto, necesarias para tener éxito en la ciencia.

La retroalimentación en tiempo real es otro aspecto clave de la colaboración mediada por IA. Estas herramientas proporcionan análisis instantáneos sobre el desempeño grupal, permitiendo a los estudiantes corregir errores y mejorar su trabajo sobre la marcha. Esta retroalimentación no solo refuerza el aprendizaje individual, sino que también fortalece la cohesión del equipo, alineando esfuerzos hacia objetivos comunes.

La inteligencia artificial también permite crear entornos virtuales colaborativos donde los estudiantes pueden convivir

interaccionar o compartir recursos e información sin ningún tipo de restricción geográfica, lo cual es una característica idónea en las ciencias a la naturaleza, por ejemplo, en donde es difícil acceder a un determinado laboratorio o a unos materiales muy específicos. Se permite el trabajo en las plataformas inteligentes, donde un estudiante puede trabajar con otro en simulaciones, análisis de datos o proyectos de investigación, enriqueciendo así su aprendizaje.

La IA transforma la colaboración entre estudiantes en ciencias naturales al ofrecer herramientas que optimizan la interacción, la equidad y la retroalimentación. Como destacan Hidalgo Suárez et al. (2021), estas tecnologías no solo potencian el aprendizaje colaborativo, sino que también preparan a los estudiantes para trabajar en equipo en un mundo cada vez más interconectado y tecnológico. Al integrar la IA en la educación, se fomenta una cultura de cooperación que enriquece el proceso educativo y prepara a los estudiantes para los retos del futuro.

Preparación de los estudiantes para carreras STEM con apoyo de IA

La preparación de los estudiantes para carreras STEM con apoyo de la inteligencia artificial (IA) es fundamental en un mundo cada vez más tecnológico. Rodríguez Almazán et al. (2023) destacan que herramientas como ChatGPT fomentan el aprendizaje interactivo y personalizado, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades tecnológicas y de resolución de problemas. En el ámbito de las ciencias naturales, estas herramientas ofrecen retroalimentación inmediata y adaptativa, lo que facilita la comprensión de conceptos complejos y promueve un enfoque práctico y aplicado del conocimiento científico.

La IA también ayuda a mejorar la eficiencia del aprendizaje en las ciencias mediante la automatización de tareas rutinarias como la corrección de ejercicios o la generación de materiales

didácticos, lo que permite que los docentes dediquen el tiempo que ahorran a actividades que promueven el pensamiento crítico y la creatividad y que son claves para las carreras STEM. A esto hay que sumarle que los alumnos pueden acceder a simulaciones y laboratorios virtuales que les permiten experimentar y explorar fenómenos científicos con seguridad y de forma sencilla.

El desarrollo de habilidades comunicativas es otro beneficio clave de la IA en la educación STEM. Herramientas como los chatbots ayudan a los estudiantes a expresar ideas científicas de manera clara y precisa, tanto de forma oral como escrita. Esto es importante en carreras STEM, donde la capacidad de comunicar hallazgos y colaborar en equipos multidisciplinarios es tan importante como el conocimiento técnico.

Aun así, la interlocución de la IA en la educación STEM no queda tampoco en un contexto de ausencia de dificultades. En este sentido, Rodríguez Almazán et al. (2023) mencionan la existencia de falta de conocimientos técnicos entre el docente y cuestiones éticas y de privacidad como dificultades grandes. Para poderlo solventar es necesario proporcionar formación docente adecuada y sobre las políticas sobre protección de datos que cumplan los requisitos para un uso adecuado de estas tecnologías.

Además, es importante seleccionar herramientas de IA que se alineen con los objetivos educativos y las necesidades de los estudiantes. En las ciencias naturales, esto implica elegir plataformas que no solo faciliten el aprendizaje de conceptos, sino que también fomenten la experimentación, el análisis de datos y la formulación de hipótesis, preparando a los estudiantes para los retos de las carreras STEM.

La inteligencia artificial es una prometedora oportunidad de transformación que nos ayuda a preparar a los estudiantes para carreras STEM. De hecho, como indican Rodríguez Almazán et al. (2023), la buena implementación de herramientas de inteligencia

artificial puede maximizar sus beneficios desarrollando capacidades técnicas, comunicativas y críticas en los estudiantes. De esta manera, al integrar adecuadamente la inteligencia artificial, la práctica de usos éticos y efectivos permitirá viabilizar que las futuras generaciones puedan liderar la innovación y el progreso científico en un mundo tecnológico.

Evaluación del impacto de la IA en el rendimiento académico

La inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta transformadora en la educación, especialmente en la mejora del rendimiento académico en ciencias naturales. Según González-González (2023), la IA no solo personaliza el aprendizaje, sino que también mejora la retroalimentación y desarrolla recursos interactivos que facilitan la adquisición de conocimientos. Estos avances permiten evaluar de manera más precisa el progreso de los estudiantes, identificando áreas de mejora y proporcionando estrategias personalizadas para optimizar su desempeño académico.

Una de las principales contribuciones de la IA es la posibilidad de realizar evaluaciones formativas de manera continua, ya que facilita que a través de algoritmos inteligentes las plataformas educativas puedan analizar el comportamiento de los estudiantes en tiempo real y proporcionar una retroalimentación, en forma inmediata y detallada. Esto no sólo permite que los estudiantes puedan corregir errores en el momento, sino que permite también que los docentes ajusten los relatos de su enseñanza para atender las necesidades específicas de cada uno de los estudiantes.

Además, la IA facilita la creación de evaluaciones adaptativas, que se ajustan al nivel de competencia de cada estudiante. Estas evaluaciones no solo son más justas, sino que también proporcionan datos más precisos sobre el rendimiento

académico. En ciencias naturales, donde los conceptos pueden ser abstractos y complejos, este enfoque adaptativo asegura que los estudiantes reciban preguntas y problemas acordes a su nivel de comprensión, lo que fomenta un aprendizaje más efectivo.

La inteligencia artificial facilita también de hecho un tratamiento de los volúmenes de datos de carácter educativo que puede dar lugar a una serie de estudios empíricos mediante los cuales podemos llegar a identificar tendencias y patrones de rendimiento académico. Herramientas con capacidad computacional inteligente para estos fines pueden detectar determinado tipo de variables que pueden influir en el éxito o el fracaso de una determinada actividad de aprendizaje, como el tiempo que se dedica a estudiar, o la participación en actividades de aprendizaje colaborativo con el resto de los compañeros. Este tipo de información es eficaz para la creación de intervenciones educativas eficaces, y también personalizadas.

Otro aspecto destacable es el uso de la IA para evaluar habilidades prácticas en ciencias naturales, como la experimentación y el análisis de datos. Plataformas inteligentes pueden simular laboratorios virtuales donde los estudiantes realizan experimentos y reciben retroalimentación inmediata sobre su desempeño. Esto no solo mejora su comprensión de los conceptos científicos, sino que también desarrolla habilidades prácticas esenciales para su formación académica y profesional.

La IA tiene un impacto positivo en la evaluación del rendimiento académico en ciencias naturales. Como señala González-González (2023), estas tecnologías están transformando la forma en que se enseña y se aprende, ofreciendo herramientas que mejoran la precisión y la personalización de las evaluaciones. Al integrar la IA en los sistemas educativos, no solo se optimiza el rendimiento académico, sino que también se prepara a los estudiantes para un futuro donde la tecnología y la innovación serán fundamentales.

Perspectivas de los estudiantes y docentes sobre el uso de IA

Tanto alumnos como docentes tienen opiniones encontradas sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) en el aprendizaje de las ciencias naturales en las asignaturas de biología y geografía, expresando tanto entusiasmo por el uso de herramientas de IA como cautela. En este sentido, Alpizar Garrido y Martínez Ruiz (2024) encuentran que, según los datos del estudio, el 73.4% de los estudiantes de media superior valoran positivamente el uso de herramientas de IA en el proceso de aprendizaje de la biología o la geografía, ya que estas herramientas permiten profundizar en los temas y recibir explicaciones claras y adaptadas a sus necesidades. Este punto de vista sugiere que la IA puede ser un potente recurso para estimular y mantener el interés de los estudiantes por las ciencias naturales.

Desde la perspectiva de los estudiantes, la IA ofrece ventajas significativas, como el acceso a información innovadora y la posibilidad de aprender a su propio ritmo. Según Alpizar Garrido y Martínez Ruiz (2024), el 52.63% de los estudiantes aprecia que la IA les brinda datos adicionales sobre temas de interés, mientras que el 26.31% valora su capacidad para estimular un aprendizaje personalizado. Estas características son especialmente útiles en las ciencias naturales, donde la comprensión de conceptos complejos y la experimentación son fundamentales.

Ahora bien, los docentes reconocen que puede servir para moldear los espacios de aprendizaje y . al mismo tiempo, añaden, expresan sus inquietudes. Una serie de maestros denotan que es necesario una formación específica para trabajar estas herramientas en el aula. De igual manera hay preocupación sobre la forma en cómo se puede contrarrestar la IA a través de la enseñanza tradicional sin que la parte humana y crítica del acto docente desaparezca.

Los retos asociados con la implementación de la IA también son un tema recurrente entre los docentes. Alpizar Garrido y Martínez Ruiz (2024) mencionan que la falta de infraestructura tecnológica y las preocupaciones éticas, como la privacidad de los datos, son obstáculos importantes. Para superarlos, se requiere una estrategia reflexiva que considere las particularidades de cada contexto educativo, así como políticas claras que regulen el uso de estas herramientas.

A pesar de que existen retos, los estudiantes, por su parte, y los docentes, creen que la IA puede ser una buena herramienta para ayudar a enriquecer el aprendizaje de las ciencias naturales. Para los estudiantes, la IA tiene la capacidad de simplificar conceptos complejos, y los docentes creen que pueden utilizarla para innovar en su enseñanza y para atender mejor las necesidades individuales de los estudiantes.

Las perspectivas sobre el uso de la IA en la educación son mayormente positivas, pero requieren un enfoque equilibrado y reflexivo. Como señalan Alpizar Garrido y Martínez Ruiz (2024), la IA tiene el potencial de transformar los entornos de aprendizaje, siempre que se implemente de manera incremental y con atención a los retos éticos y técnicos. Al integrar estas herramientas de forma responsable, se puede potenciar el aprendizaje de las ciencias naturales y preparar a los estudiantes para un futuro cada vez más tecnológico.

La siguiente tabla compila hallazgos clave sobre innovación educativa, destacando cómo la inteligencia artificial potencia la comprensión lectora (Salas Molina, 2024), personaliza el aprendizaje (Granda Encalada, 2024) y transforma el rol docente (Hernández Paz, 2023). Incluye aplicaciones prácticas como chatbots educativos (Rodríguez Almazán, 2023) y neurodidáctica (Ventura Campos, 2024), junto con sus beneficios y problemáticas.

Tabla 3*Impacto de la IA en el Aprendizaje de las Ciencias Naturales*

Autor(es)	Hallazgo
Salas Molina, F.; Vercher Ferrándiz, M.; Aura Esteve, C.; García Bernabeu, A.; Capó Vicedo, J. (2024)	La inteligencia artificial mejora la lecto-comprensión, integración y síntesis de textos académicos, con impactos positivos en la eficiencia, comprensión lectora, creatividad y generación de ideas.
Narváez Palacios, J. P., & Gutiérrez Avendaño, J. (2023)	La enseñanza basada en investigación fomenta la resolución de problemas y el pensamiento crítico, promoviendo la creación de centros de investigación escolar y el aprendizaje por descubrimiento.
Coba Contreras, J. P. (2024)	La curiosidad es un agente motivante clave para el aprendizaje significativo en ciencias naturales, especialmente en contextos rurales, favoreciendo factores cognitivos, afectivos y motivacionales.
Granda Encalada, P. L., Burbano Padilla, C. P., Robalino Bernal, M. E., & Bastidas Rodríguez, M. J. (2024)	La inteligencia artificial en la educación mejora la personalización del aprendizaje, reduce la carga administrativa, facilita evaluaciones precisas y promueve la inclusión educativa.
Ventura Campos, M., Ventura Campos, N., & Moreno Rus, A. (2024)	La neurodidáctica incrementa el capital psicológico, predice la motivación y el engagement académico, contribuyendo a reducir el absentismo escolar.

Autor(es)	Hallazgo
Hernández Paz, A. A., & López Mejía, D. A. (2023)	La inteligencia artificial transforma el rol del docente en facilitador del aprendizaje, pero plantea retos éticos como la brecha digital y la falta de regulación.
Hidalgo Suárez, C. G., Llanos Mosquera, J. M., & Bucheli Guerrero, V. A. (2021)	El aula invertida y el aprendizaje colaborativo, apoyados por inteligencia artificial, mejoran la enseñanza de programación, potenciando la comprensión y retroalimentación en entornos virtuales.
Rodríguez Almazán, Y., Parra-González, E. F., Zurita-Aguilar, K. A., Mejía Miranda, J., & Bonilla Carranza, D. (2023)	ChatGPT y otros chatbots fomentan el aprendizaje interactivo y personalizado en educación STEM, aunque requieren capacitación docente y políticas claras de privacidad.
González-González, C. S. (2023)	La inteligencia artificial transforma la educación mediante la personalización del aprendizaje, mejora de la retroalimentación y desarrollo de recursos interactivos.
Alpizar Garrido, L. O., & Martínez Ruiz, H. (2024)	Los estudiantes de nivel medio superior perciben positivamente el uso de inteligencia artificial generativa, destacando su capacidad para brindar información innovadora, explicar temas de manera clara y personalizar su formación.

Nota: Elaboración propia del autor con base en las fuentes citadas en el capítulo.

Capítulo 4:

Futuro y Retos de la IA en la Enseñanza de las Ciencias Naturales

El futuro de la Inteligencia Artificial en la enseñanza de las Ciencias Naturales es un horizonte plagado de nuevas posibilidades y de nuevos retos. Como expresan Barcia Cedeño et al. (2024), las nuevas tendencias aportadas por la IA, entre las que cabe señalar la personalización del aprendizaje, la automatización de los procesos administrativos, etc., están provocando una transformación en los modelos de enseñanza. Ahora bien, la resistencia al cambio y los retos éticos son retos que hay que superar. Este capítulo es un recorrido por estas tendencias y las consecuencias en la educación postpandemia, momento en el cual la IA ha desempeñado un papel destacado en la adaptación a los nuevos contextos virtuales (Cardenas Campuzano et al., 2024).

Uno de los aspectos clave es el desarrollo de competencias digitales en docentes y estudiantes. Espinosa Cevallos (2023) destaca que la brecha en estas competencias es un reto importante, agravado por la falta de tiempo y recursos. La pandemia aceleró la adopción de tecnologías digitales, pero también evidenció desigualdades en el acceso a estas herramientas. Para superar estos retos, es fundamental implementar programas de formación que permitan a los educadores integrar la IA de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas.

La integración de la IA en la enseñanza también tiene retos técnicos y económicos. Según Litardo et al. (2023), las principales dificultades son la falta de inversión en tecnología, así como en la formación del profesorado, especialmente en áreas con poca tecnología integrada. También queda la brecha digital como un obstáculo muy importante que requiere políticas que promuevan el acceso a la tecnología. Los retos tecnológicos y económicos tienen que ser atendidos para que la IA llegue a todos los estudiantes, sin importar el lugar de donde vengan, o la situación socioeconómica en la que vivan.

El futuro de los materiales didácticos y libros de texto también está siendo transformado por la IA. Carguacundo Avila et

al. (2024) resaltan que, aunque la IA es percibida como una herramienta efectiva para mejorar los recursos educativos, su uso sigue siendo limitado debido a la falta de dominio tecnológico por parte de los docentes. Esto subraya la necesidad de una mayor colaboración entre instituciones educativas y empresas tecnológicas, como sugiere García Galván et al. (2021), para impulsar la innovación y el desarrollo de soluciones adaptadas a las necesidades educativas.

Las normas y las políticas en torno a la ética son igualmente importantes en la utilización responsable de la IA en educación. Fanning Balarezo et al. (2024) alertaron acerca de retos éticos que se entrelazan con el uso de aquellas tecnologías, tales como la privacidad de los datos hasta el sesgo algorítmico, que las universidades deben acompañar mediante marcos regulatorios claros. También, Chávez Solís et al. (2023) sugieren estrategias para fortificar el aprendizaje mediante el uso de la IA informada, lo que incluye la formación continua de los docentes y la manera de trabajar con la IA en el currículo.

La investigación y el desarrollo de nuevas aplicaciones de IA en las Ciencias Naturales prometen una educación científica transformada. Maceri y Coll (2023-2024) destacan que la IA está revolucionando la investigación científica, generando hipótesis y diseñando experimentos de manera autónoma. Esta visión a largo plazo sugiere un futuro en el que la IA no solo complementa, sino que también potencia el rol de los educadores y estudiantes, siempre que se aborden los retos actuales y se fomente una adopción ética y equitativa de estas tecnologías.

Tendencias emergentes en IA aplicada a la educación

Las nuevas tendencias vinculadas a la utilización de la Inteligencia Artificial (IA) en el sector de la educación están transformando los métodos de enseñanza y aprendizaje en su conjunto. Según Barcia Cedeño et al. (2024), la personalización del

aprendizaje, la automatización de procesos administrativos y la mejora de la retroalimentación educativa son las tendencias más importantes. Estas innovaciones permiten adaptar los contenidos a las necesidades individuales de los estudiantes, automatizar y optimizar tareas administrativas y proporcionar retroalimentación oportuna, lo que le permite potenciar la construcción activa del conocimiento en consonancia con las propuestas de la metodología constructivista.

Otra tendencia relevante es el uso de la IA para crear entornos de aprendizaje interactivos y dinámicos. Herramientas como chatbots educativos y sistemas de tutoría inteligente están ganando popularidad, ya que facilitan la interacción entre estudiantes y contenidos de manera personalizada. Estas tecnologías no solo mejoran la comprensión de conceptos complejos, sino que también fomentan la autonomía y el pensamiento crítico, aspectos esenciales en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

La inteligencia artificial también empuja la gamificación en la educación incorporando elementos lúdicos al discurso educativo. Así ciertas plataformas educativas basadas en IA hacen uso de ciertos juegos interactivos para enseñar conceptos científicos, lo que a su vez incrementa la motivación y el enganche del alumnado. Esta tendencia es acaso muy efectiva en diferentes áreas del conocimiento, como la biología, la química o la física, donde la experimentación y la visualización son dos componentes capitulares del discurso educativo.

Además, la IA está revolucionando la evaluación educativa mediante el análisis de datos en tiempo real. Sistemas inteligentes pueden monitorear el progreso de los estudiantes, identificar áreas de mejora y sugerir recursos adicionales. Esto no solo optimiza el tiempo de los docentes, sino que también permite una evaluación más justa y precisa, adaptada a las capacidades individuales de cada estudiante.

Una segunda tendencia en la actualidad y una vía prometedora está en la incorporación de la inteligencia artificial en la creación de materiales didácticos innovadores. Herramientas como generadores automáticos de contenido o simuladores virtuales son puestas en uso para diseñar recursos educativos más accesibles e interactivos. Los materiales didácticos no solamente permiten enriquecer la experiencia de aprendizaje, sino que los docentes también pueden centrarse en actividades pedagógicas más estratégicas.

Las tendencias emergentes en IA aplicada a la educación están redefiniendo el futuro de la enseñanza de las Ciencias Naturales. Como señalan Barcia Cedeño et al. (2024), estas innovaciones ofrecen oportunidades significativas para mejorar la calidad educativa, pero también presentan retos como la resistencia al cambio y las preocupaciones éticas. Para aprovechar plenamente el potencial de la IA, es esencial implementar programas de capacitación docente y políticas claras que garanticen un uso ético y equitativo de estas tecnologías en el ámbito educativo.

El papel de la IA en la educación post-pandemia

La pandemia de COVID-19 aceleró la adopción de tecnologías digitales en la educación, y la inteligencia artificial (IA) se ha posicionado como una herramienta clave para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según Cárdenas Campuzano et al. (2024), "la IA está provocando una transformación significativa en el ámbito educativo al ofrecer nuevas herramientas digitales y metodologías inteligentes para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje" (p. 1133). En el contexto post-pandemia, la IA ha permitido personalizar el aprendizaje, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que ha sido fundamental para superar las brechas educativas agudizadas durante la crisis sanitaria.

Uno de los mayores retos de la educación post pandemia es la desigualdad en el acceso a la tecnología, que pese a que la IA parece prometer un horizonte venturoso, pero que tiene sus limitaciones: la IA precisa infraestructura y formación docente. No obstante, su aplicación ha permitido liberar a los docentes con ayuda de la automatización de las tareas administrativas y también ofrecer recursos educativos adaptativos para que los docentes pudieran hacer valer sus interacciones y su creatividad en el aula. Si bien esto ha sido muy relevante para la enseñanza de las ciencias naturales gracias a la IA, los docentes podían realizar simulaciones, experimentos, etcétera, gracias a la IA para que el alumnado pudiera construir la comprensión de conceptos de difícil aprehensión.

La personalización del aprendizaje es una de las contribuciones más destacadas de la IA en la educación. Mediante algoritmos inteligentes, se pueden identificar las fortalezas y debilidades de cada estudiante, ofreciendo rutas de aprendizaje personalizadas. Esto es particularmente útil en las ciencias naturales, donde los estudiantes suelen tener diferentes niveles de comprensión. Además, la IA permite el análisis de grandes volúmenes de datos educativos, lo que ayuda a los docentes a tomar decisiones informadas sobre estrategias pedagógicas y a mejorar la calidad de la enseñanza.

Otro aspecto relevante a destacar es el papel que desempeña la IA en la investigación educativa. Las herramientas que funcionan basadas en IA pueden analizar tendencias o patrones previstos en el rendimiento académico, lo que resulta en una diferencia para la identificación de áreas de mejora de mejora en los planes de estudio. En lo relacionado con las ciencias naturales, se traduce en una enorme capacidad de diseño de experiencias de aprendizaje, innovadoras y efectivas. De todos modos, es correcto que los profesores se formen adecuadamente para hacer un uso efectivo de las tecnologías y evitar su uso superficial o inadecuado.

A pesar de las ventajas que conlleva la IA en educación, también pone de manifiesto retos éticos y ambientales. La privacidad de los datos y la dependencia tecnológica, las consecuencias de la deshumanización del proceso educativo son las preocupaciones que deben enfocar. En lo que se refiere a las ciencias de la naturaleza, es recomendable equilibrar el uso de la IA con la experimentación práctica y el pensamiento crítico, habilidades que serán necesarias en las futuras generaciones de científicos. La colaboración entre educadores, tecnólogos y legisladores resulta determinante en la adopción de un uso justo y responsable de las herramientas.

La IA representa una oportunidad sin precedentes para revolucionar la educación post-pandemia, especialmente en la enseñanza de las ciencias naturales. Como señalan Cárdenas Campuzano et al. (2024), "la IA puede ser implementada de manera efectiva para mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje y prepararse para el futuro disruptivo que presenta" (p. 1133). Sin embargo, su éxito dependerá de la capacidad de los sistemas educativos para superar las brechas digitales y garantizar un enfoque inclusivo y ético en su implementación. El futuro de la educación está en la integración inteligente de la tecnología con la pedagogía.

Desarrollo de competencias digitales en docentes y estudiantes

El desarrollo de competencias digitales en docentes y estudiantes es un pilar fundamental para la integración efectiva de la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Como señala Espinosa Cevallos (2023), existe una brecha significativa en estas competencias, agravada por la falta de tiempo, recursos y resistencia al cambio. Sin embargo, la pandemia de COVID-19 aceleró la adaptación a entornos virtuales, destacando la necesidad de formar a docentes y estudiantes en el uso de

herramientas digitales para garantizar una educación inclusiva y de calidad.

Uno de los mayores retos lo constituye la formación del profesorado para adquirir competencias digitales. Gran parte de los docentes no cuentan con las competencias necesarias para integrar tecnologías como la IA en su práctica docente, lo cual lastra su capacidad para plantear experiencias de aprendizaje adaptadas a esta realidad y para utilizar de forma especializada las herramientas disponibles. Los programas de formación permanente y tutorización podrían ser la clave para poder dejar atrás esta problemática y a la vez empoderar al docente en la utilización de la tecnología.

Por otro lado, los estudiantes también enfrentan retos en el desarrollo de competencias digitales. Aunque son considerados "nativos digitales", no todos tienen las habilidades necesarias para utilizar herramientas avanzadas como la IA de manera crítica y efectiva. Es esencial incorporar en el currículo actividades que fomenten el pensamiento computacional, la resolución de problemas y el manejo ético de la tecnología, especialmente en áreas científicas donde la IA tiene un gran potencial.

La equidad en el acceso a la tecnología es otro punto fundamental. Espinosa Cevallos (2023) destaca la necesidad de garantizar que todos los estudiantes, sin importar su localización ni su situación socioeconómica, accedan a dispositivos y conexión a internet. Ello conlleva la necesidad de políticas públicas que vengan a reducir la llamada brecha digital, pero también a promover la inclusión tecnológica en aquellos ámbitos que suelen ser marginados o en las zonas rurales, donde escasean los dispositivos y conexiones.

Además, es fundamental fomentar una cultura de innovación y colaboración en las instituciones educativas. La creación de comunidades de práctica, donde docentes y estudiantes

compartan conocimientos y experiencias sobre el uso de la IA, puede acelerar la adopción de estas tecnologías. Estas iniciativas no solo mejoran las competencias digitales, sino que también promueven un aprendizaje colaborativo y significativo.

La implementación de habilidades digitales tanto en el alumnado como en el profesorado es clave para realizar un uso efectivo de la IA en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Tal y como menciona Espinosa Cevallos (2023), para hacer frente a los retos y aprovechar las oportunidades en este sentido se precisa de unas políticas claras, una formación continua y una apuesta firme por la equidad digital. Solo de esta forma se puede garantizar una educación de calidad que garantice que las nuevas generaciones estén preparadas para afrontar los retos que se les presentan.

Retos técnicos y económicos para la implementación de IA

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en la educación enfrenta retos técnicos y económicos significativos, especialmente en contextos como el ecuatoriano. Según Litardo et al. (2023), "la falta de inversión en tecnología educativa y capacitación docente se identifica como uno de los principales retos, junto con la salvaguarda de la información personal y la claridad en el empleo de algoritmos" (p. 867). Estos retos se agudizan en zonas rurales y periurbanas, donde la infraestructura tecnológica y la conectividad son limitadas, dificultando el acceso equitativo a herramientas educativas basadas en IA.

Uno de los principales obstáculos tecnológicos es la infraestructura inadecuada y la falta de ella para la IA avanzada. En muchas de las instituciones educativas existentes, desgraciadamente, sobre todo en países en vías de desarrollo, los recursos tecnológicos son insuficientes o bien son obsoletos, lo que acabará limitando sus capacidades para las soluciones de IA que precisan, por ejemplo, hardware potente, conexiones estables a

internet, etc. Es más, la falta de estándares en los sistemas tecnológicos acaba dificultando la incorporación de las herramientas de IA en los procesos existentes, lo que genera nuevas barreras para su implantación.

Desde el punto de vista económico, la inversión necesaria para implementar IA en la educación es considerable. Los costos asociados con la adquisición de tecnología, la capacitación docente y el mantenimiento de sistemas son altos, lo que representa un desafío para instituciones con presupuestos limitados. Litardo et al. (2023) destacan que, en Ecuador, esta falta de inversión ha sido un factor determinante en la lenta adopción de la IA en la educación superior. Sin financiamiento adecuado, es difícil garantizar que las herramientas de IA sean accesibles para todos los estudiantes y docentes.

Otro de los obstáculos a los que se deben enfrentar las instituciones educativas es la necesidad de realizar una formación para los docentes que les ayuden a poder utilizar con éxito la IA. Muchos de los docentes no cuentan con las herramientas necesarias para usar estas tecnologías en sus metodologías de la enseñanza. Esto limita no solo el poder de la IA para mejorar el aprendizaje, sino que también puede causar resistencia a una modificación. La actualización continua y la asistencia técnica son precisas para superar este obstáculo y para que los docentes puedan aprovechar al máximo las aplicaciones.

La privacidad y la ética también representan retos importantes en la implementación de la IA. El manejo de datos personales de estudiantes y docentes requiere protocolos robustos para garantizar su seguridad. Además, es fundamental que los algoritmos utilizados sean transparentes y libres de sesgos, para evitar discriminación o inequidades en el proceso educativo. Estos aspectos técnicos y éticos deben ser abordados con rigurosidad para construir confianza en el uso de la IA en la educación.

Existen importantes retos técnicos y económicos para implementar la IA en la educación, pero no son insalvables. Pero como evidencian Litardo et al. (2023), "los docentes de Conocimientos de la Naturaleza tienen una clara comprensión y una percepción positiva de la IA, aunque la falta de infraestructura y conectividad puede limitar su uso" (p. 867). Para superar los retos mencionados se requiere inversión, formación y un enfoque conjunto entre gobiernos, las instituciones educativas y el sector privado para que la IA tenga una incidencia inclusiva y transformadora en la enseñanza de los Conocimientos de la Naturaleza y demás materias escolares.

Brecha digital y desigualdades en el acceso a la IA educativa

La brecha digital y las desigualdades en el acceso a la Inteligencia Artificial (IA) educativa representan uno de los mayores retos para su implementación en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Como señalan Basantes Ortega et al. (2025), en países como Ecuador, la falta de infraestructura tecnológica y conectividad en zonas rurales limita el acceso equitativo a estas herramientas. Esta situación no solo afecta a los estudiantes, sino también a los docentes, quienes carecen de formación adecuada para integrar la IA en sus prácticas pedagógicas, generando resistencia al cambio.

En el caso del medio urbano, este goza de recursos tecnológicos accesibles, es verdad, pero también tiene grupos sociales con menos recursos, quienes no cuentan con dispositivos adecuados o acceso a internet, lo que limita su acceso a la IA en la educación y a la personalización de las experiencias de aprendizaje (para conceptos) que en la misma se encuentra presente. Por lo que, existe la falta de recursos, un exceso de brechas educativas y, al final, se limita la posibilidad que presenta la IA para educar en el sentido de la inclusión.

La falta de políticas públicas que aborden la brecha digital es otro obstáculo significativo. Basantes Ortega et al. (2025) destacan la necesidad de diseñar estrategias integrales que incluyan inversión en infraestructura, programas de capacitación docente y regulaciones claras para el uso ético de la IA. Sin estas medidas, las desigualdades en el acceso a la tecnología seguirán perpetuando disparidades educativas, especialmente en áreas rurales y marginadas.

Por otra parte, la resistencia de los maestros a trabajar con la IA también puede ser un inconveniente. Una buena parte de los educadores no conoce el uso de herramientas de IA y no se sienten suficientemente seguros de hacer uso de ellas en el aula; esto tiene que ver con la propuesta de formación continua que no sólo sirva para enseñar a lo técnico de la IA, sino que también busque plantear un cambio de mentalidad hacia la innovación tecnológica.

La brecha digital conlleva también implicaciones éticas. La accesibilidad desigual a la IA educativa puede intensificar las desigualdades ya existentes, negándoles a muchos estudiantes las oportunidades que les ofrece esta tecnología. Las instituciones educativas y los gobiernos deben coordinar recursos con el objetivo de garantizar que la IA sea un medio de inclusión, no de exclusión, evitando la reproducción de las desigualdades promoviendo una educación equitativa y unas oportunidades de aprendizaje equitativas para todos y todas.

Como destacan Basantes Ortega et al. (2025), la brecha digital y las desigualdades en el acceso a la IA educativa son barreras significativas que requieren atención inmediata. Para superar estos retos, es esencial implementar políticas que reduzcan la brecha digital, capaciten a los docentes y fomenten un uso ético y equitativo de la IA. Solo así se podrá garantizar que esta tecnología transforme la educación de manera justa e inclusiva, beneficiando a todos los estudiantes, independientemente de su contexto socioeconómico o geográfico.

IA en la evaluación científica y competencias experimentales

La inteligencia artificial está transformando radicalmente los procesos de evaluación en ciencias naturales. Como señala Moreno Padilla (2019), aunque su implementación educativa aún enfrenta retos organizativos, representa una ventaja significativa para generar conocimiento científico. En el ámbito experimental, sistemas de IA permiten evaluar en tiempo real habilidades como el manejo de instrumentos en laboratorios virtuales o el análisis de datos complejos, ofreciendo retroalimentación inmediata y personalizada. Esta tecnología no solo agiliza procesos, sino que enriquece la formación de competencias procedimentales mediante simulaciones interactivas que replican escenarios científicos reales.

Un notable avance es la capacidad de la IA para valorar patrones en el rendimiento experimental de los alumnos. Plataformas inteligentes pueden extracciones errores frecuentes en técnicas de laboratorio (titulaciones, mediciones, etc.) y proponer ejercicios de prácticas adaptados a cada caso. Todo esto cambia la evaluación clásica por uno formativo, es decir, los alumnos aprenden de sus errores con guías interactivas, no sólo obteniendo notas.

En competencias experimentales avanzadas, la IA facilita el desarrollo de habilidades de investigación. Herramientas como asistentes virtuales pueden guiar el diseño metodológico de experimentos, analizar la validez estadística de resultados e incluso sugerir interpretaciones alternativas de datos. Esto fomenta el pensamiento crítico al permitir contrastar múltiples perspectivas sobre un mismo fenómeno científico, preparando a los estudiantes para los retos de la investigación profesional.

Los laboratorios inteligentes representan otra innovación disruptiva. Equipados con sensores y software de IA, estos espacios

capturan automáticamente datos experimentales, detectan inconsistencias metodológicas y generan informes preliminares. Esto libera tiempo para que los estudiantes se concentren en el análisis y la reflexión científica, en lugar de dedicar horas al procesamiento manual de información.

No obstante, estos avances también comportan algunos retos en la pedagogía. Debemos encontrar el equilibrio entre el uso que hagamos de la tecnología y la comprensión de los principios científicos que los soportan, de tal suerte que los profesores se aseguren de que el uso de la automatización no supla el aprendizaje de las habilidades manuales básicas ni la capacidad de realizar interpretaciones de manera autónoma, sino que sirva para enriquecerlas.

Como reflexión final, Moreno Padilla (2019) enfatiza que la verdadera utilidad de la IA en la evaluación científica radica en construir competencias pedagógicas que fomenten el pensamiento tecnocientífico. Su implementación exitosa requerirá formar docentes capaces de integrar estas herramientas críticamente, diseñando evaluaciones que valoren tanto el dominio técnico como la creatividad investigativa, preparando así a los estudiantes para los complejos retos del siglo XXI en el ámbito científico.

IA y sostenibilidad: aplicaciones para la educación ambiental

Como señalan Simões Cacuassa et al. (2019), la complejidad de los problemas ambientales actuales exige enfoques educativos transversales e innovadores. La inteligencia artificial emerge como herramienta clave para la educación ambiental, permitiendo modelar sistemas ecológicos complejos y visualizar impactos humanos en tiempo real. Plataformas con IA pueden simular escenarios de cambio climático o pérdida de biodiversidad, ofreciendo a los estudiantes experiencias inmersivas que fomentan la comprensión profunda de estos fenómenos. Estas tecnologías

transforman la enseñanza ambiental tradicional en un proceso interactivo y basado en datos reales.

Un avance significativo son los sistemas de IA que analizan big data ambiental, como patrones de deforestación o calidad del agua. Los estudiantes pueden explorar estos conjuntos masivos de información mediante interfaces intuitivas, desarrollando competencias en análisis científico de problemas ecológicos. Estas herramientas no solo muestran la situación actual, sino que proyectan escenarios futuros según diferentes variables, ayudando a comprender el concepto de desarrollo sostenible de manera concreta y aplicada.

Los laboratorios virtuales con IA permiten experimentar con ecosistemas sin riesgos ambientales. Mediante simulaciones, los alumnos pueden modificar variables como emisiones de CO₂ o prácticas agrícolas, observando sus efectos a largo plazo. Esto desarrolla pensamiento sistémico y comprensión de las interconexiones ecológicas. Además, algoritmos de machine learning pueden identificar patrones ocultos en estos experimentos virtuales, guiando a los estudiantes hacia descubrimientos científicos significativos.

Otra aplicación prometedora son los asistentes virtuales especializados en educación ambiental. Estos sistemas, alimentados con IA, responden a preguntas complejas sobre sostenibilidad, sugieren proyectos comunitarios adaptados al contexto local y evalúan huellas ecológicas personales. Al personalizar el aprendizaje, ayudan a conectar los conceptos globales con acciones locales, fomentando la responsabilidad ambiental desde lo individual hasta lo colectivo.

Sin embargo, estos avances enfrentan retos como la necesidad de datos locales precisos y la formación docente en pedagogía ambiental digital. Es importante que las herramientas de IA no reemplacen las experiencias directas con la naturaleza, sino

que las complementen. El equilibrio entre tecnología y contacto real con el medio ambiente sigue siendo fundamental para una educación ambiental efectiva.

En línea con Simões Cacuaça et al. (2019), la IA aplicada a la educación ambiental debe orientarse a "generar posturas positivas hacia su conservación y cuidado" mediante enfoques transversales. Su verdadero valor radica en capacitar a los estudiantes para analizar críticamente problemas complejos y participar activamente en soluciones sostenibles, formando así ciudadanos preparados para los retos ecológicos del siglo XXI.

El futuro de los libros de texto y materiales didácticos con IA

El futuro de los libros de texto y materiales didácticos está siendo transformado por la inteligencia artificial (IA), ofreciendo recursos más dinámicos y personalizados. Según Carguacundo Avila et al. (2024), "la integración de la IA en el desarrollo del material educativo y didáctico se percibe como una herramienta efectiva para fortalecer los procesos de aprendizaje" (p. 1152). Estos materiales no solo adaptan el contenido a las necesidades individuales de los estudiantes, sino que también incorporan elementos interactivos, como simulaciones y realidad aumentada, que enriquecen la enseñanza de las ciencias naturales y otras disciplinas.

Los libros de texto tradicionales, estáticos y genéricos, están siendo reemplazados por plataformas digitales inteligentes que utilizan IA para actualizar contenido en tiempo real. Esto es especialmente relevante en áreas como las ciencias naturales, donde los avances científicos son constantes. La IA permite integrar datos actualizados, estudios recientes y ejemplos prácticos, lo que hace que el aprendizaje sea más relevante y atractivo para los estudiantes. Además, estos materiales pueden ajustarse al ritmo de

aprendizaje de cada alumno, ofreciendo explicaciones adicionales o ejercicios complementarios según sea necesario.

La personalización es una de las mayores ventajas de los materiales didácticos impulsados por IA. Mediante el análisis de datos, estos sistemas identifican las fortalezas y debilidades de los estudiantes, proporcionando recursos específicos para superar dificultades. Por ejemplo, en ciencias naturales, un estudiante que tiene problemas para entender conceptos de biología molecular podría recibir videos explicativos, diagramas interactivos o cuestionarios adaptativos. Esto no solo mejora la comprensión, sino que también fomenta la autonomía y la motivación en el aprendizaje.

Sin embargo, la implementación de estos materiales enfrenta retos, especialmente en la capacitación docente. Carguacundo Avila et al. (2024) destacan que "los maestros de educación primaria, debido a la falta de dominio de herramientas informáticas, se sienten en desventaja ante los nativos digitales" (p. 1152). Para aprovechar al máximo estos recursos, es esencial que los docentes reciban formación en el uso de tecnologías educativas y en la integración de la IA en sus metodologías de enseñanza. Esto garantizará que los materiales no solo estén disponibles, sino que también se utilicen de manera efectiva.

Otro reto es garantizar el acceso equitativo a estos materiales. En muchas regiones, la falta de infraestructura tecnológica y conectividad limita la adopción de herramientas digitales. Esto podría ampliar las brechas educativas entre estudiantes de diferentes contextos socioeconómicos. Por ello, es importante que los gobiernos y las instituciones educativas inviertan en infraestructura y políticas que promuevan la inclusión digital, asegurando que todos los estudiantes puedan beneficiarse de los avances en materiales didácticos impulsados por IA.

El futuro de los libros de texto y materiales didácticos con IA promete revolucionar la educación, especialmente en áreas como las ciencias naturales. Como señalan Carguacundo Avila et al. (2024), "la IA se percibe como una herramienta efectiva para fortalecer los procesos de aprendizaje, aunque su utilización es poco frecuente debido a la falta de dominio de herramientas informáticas por parte de los docentes" (p. 1152). Superar estos retos requerirá inversión, capacitación y un enfoque inclusivo para garantizar que estos avances beneficien a todos los estudiantes y docentes por igual.

Colaboración entre instituciones educativas y empresas tecnológicas

La colaboración entre instituciones educativas y empresas tecnológicas es un factor clave para impulsar la integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Como señalan García Galván et al. (2021), esta colaboración enfrenta retos relacionados con la oferta y demanda de conocimiento, pero también ofrece oportunidades significativas, como la educación dual y la capacitación continua. Estas alianzas permiten a las instituciones educativas acceder a recursos tecnológicos avanzados, mientras que las empresas se benefician de la formación de profesionales capacitados en IA.

Una de las fórmulas de colaboración más eficaces consiste en la modalidad de educación dual, la cual implica que los estudiantes combinan su formación en el entorno universitario y la formación en la empresa. En este sentido, el modelo dual contribuye también a la formación de las competencias digitales del alumnado, puesto que combina la formación oficial con la práctica en ámbitos reales, sobre todo a nivel de conocimientos de biología, química y física que están en situación de cambio gracias a la IA.

Asimismo, las organizaciones tecnológicas pueden ayudar a construir recursos educativos innovadores fundamentados en la

IA, como plataformas interactivas, simuladores virtuales o herramientas de análisis de datos para ilustrar de qué forma puede resultar enriquecedor, desde el punto de vista del aprendizaje, el aprendizaje de las Ciencias Naturales. También pueden facilitar la actualización de la práctica docente mediante el uso de recursos que favorecen las habilidades de pensamiento crítico y de solución de problemas.

La capacitación continua de docentes es otro aspecto importante de esta colaboración. Las empresas tecnológicas pueden ofrecer talleres y programas de formación que ayuden a los educadores a dominar herramientas de IA y aplicarlas en el aula. Esto no solo reduce la resistencia al cambio, sino que también promueve una cultura de innovación en las instituciones educativas, beneficiando tanto a docentes como a estudiantes.

No obstante, para que colaboraciones de este tipo sean efectivas en la práctica, habría que derribar las barreras comunicativas, la falta de alineación de intereses entre las instituciones participantes, etc. Las autoras sugieren García Galván et al. (2021) en su trabajo el hacer que las estrategias de difusión, de comunicación interorganizacional mejoren, así como fomentar habilidades transversales que fueran de interés para las empresas, lo que requiere políticas explícitas y un compromiso por parte de las instituciones educativas, de las empresas y de los gobiernos.

Como destacan García Galván et al. (2021), la colaboración entre instituciones educativas y empresas tecnológicas es esencial para aprovechar el potencial de la IA en la enseñanza de las Ciencias Naturales. A través de prácticas profesionales, educación dual y capacitación continua, estas alianzas pueden reducir la brecha digital, mejorar las competencias docentes y estudiantiles, y fomentar una educación científica innovadora y equitativa, preparando a las nuevas generaciones para los retos del futuro.

Regulaciones y políticas para el uso ético de la IA en educación

La adopción de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo requiere de una regulación y políticas claras que garanticen el uso ético y responsable de la misma; tal y como expresan Fanning Balarezo et al. en su trabajo, los obstáculos que se pretenden sortear son la privacidad de los datos, el sesgo algorítmico y la transparencia en el uso de dicha tecnología. Para abordar las problemáticas expuestas, los autores sugieren una serie de marcos normativos que protejan los derechos de estudiantes y del propio profesorado y garanticen la innovación educativa.

Uno de los principales retos éticos es la protección de la privacidad y los datos personales. Los sistemas de IA en educación recopilan y analizan grandes cantidades de información, lo que plantea riesgos significativos si no se manejan adecuadamente. Las políticas deben garantizar que los datos se almacenen de manera segura, se utilicen solo con fines educativos y se obtenga el consentimiento informado de los usuarios. Además, es importante que los algoritmos sean transparentes y auditables para evitar usos indebidos o discriminatorios.

El sesgo algorítmico es un tema que es también parte de otro de los temas críticos que pueden ser objeto de la atención de la regulación. Los sistemas pueden reproducir o repetir los sesgos existentes si no se crean con criterios de equidad e inclusión. Esto es relevante para la educación en la que la igualdad de acceso y de oportunidades debe ser la regla a seguir. La normativa debe obligar a que los desarrolladores de IA puedan ensayar rigurosamente los sistemas para corregir los sesgos existentes para que todo el mundo se beneficie de ellos sin hacer distinción de origen socioeconómico, cultural, etc.

La transparencia en el funcionamiento de los algoritmos también es esencial para generar confianza en el uso de la IA en

educación. Los docentes, estudiantes y padres deben comprender cómo se toman las decisiones basadas en IA y qué criterios se utilizan. Esto implica la creación de estándares que exijan a los proveedores de tecnología educativa documentar y comunicar claramente los procesos algorítmicos. Además, se deben establecer mecanismos de supervisión independientes para garantizar el cumplimiento de estas normas.

La formación docente es otro de los aspectos clave que precisan de la atención política. Fanning Balarezo et al. (2024) hacen énfasis en "la formación continua de los docentes así como la integración de la IA en el curriculum" (p. 53). La docencia debe estar capacitada para usar estas herramientas de forma objetiva, comprometida y ética, lo que implica inversión en programas de capacitación y de recursos adecuados. Esto mejorará no sólo la calidad formativa, sino que también abaratará las resistencias al cambio alentar por tanto la ampliación de la AI en el aula.

El uso ético de la IA en la educación depende de la implementación de regulaciones y políticas claras que aborden los retos éticos y metodológicos. Como señalan Fanning Balarezo et al. (2024), "se subraya la importancia de políticas claras y regulaciones para el uso ético y responsable de la inteligencia artificial generativa" (p. 53). Estas medidas deben promover la privacidad, la equidad y la transparencia, al tiempo que fomentan la innovación y la inclusión en el sistema educativo. Solo así se podrá aprovechar plenamente el potencial de la IA para transformar la enseñanza de las ciencias naturales y otras disciplinas.

Investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones de IA en ciencias

La investigación y el desarrollo de nuevas aplicaciones de IA para las ciencias en la educación superior, en particular en las ciencias biológicas, químicas y físicas, están revolucionando la educación superior. Esto es lo que concluye el grupo de autores

(Chávez Solís et al., 2023), poniendo en valor la IA generativa capaz de crear, de manera autónoma, texto, imágenes, contenido... como un elemento muy interesante para alcanzar un buen índice de mejora en términos de eficiencia y de productividad en la enseñanza. No obstante, la implementación de este tipo de herramientas para conseguir un buen índice de mejora también plantea dilemas metodológicos y dilemas éticos que requieren una reflexión importante sobre su impacto en los procesos de aprendizaje.

Una de las aplicaciones más prometedoras de la IA en las ciencias es la simulación de experimentos complejos. Herramientas basadas en IA permiten a los estudiantes realizar simulaciones virtuales de reacciones químicas, procesos biológicos o fenómenos físicos, lo que reduce costos y riesgos asociados a los laboratorios tradicionales. Estas herramientas no solo facilitan la comprensión de conceptos abstractos, sino que también fomentan la experimentación y el pensamiento crítico.

Asimismo, la Inteligencia Artificial se encuentra transformando de manera notable el análisis de los datos científicos. Con ella, se pueden utilizar hasta algoritmos muy avanzados para manejar grandes cantidades de datos en tiempo real, de tal forma que sea posible detectar patrones y relaciones que las personas no podrían obtener manualmente. Esta aplicación es muy importante en el ámbito de la genómica, climatología y astrofísica, ya que es difícil manejar la gran cantidad de datos que se producen. Esta aplicación permite que estudiantes y docentes puedan resolver los problemas científicos con más precisión y de forma más eficiente.

Otra área de desarrollo es la creación de materiales didácticos personalizados mediante IA generativa. Plataformas inteligentes pueden diseñar recursos educativos adaptados a las necesidades individuales de los estudiantes, como explicaciones interactivas, ejercicios personalizados y evaluaciones

automatizadas. Esto no solo mejora la experiencia de aprendizaje, sino que también libera tiempo para que los docentes se enfoquen en actividades pedagógicas más estratégicas.

No obstante, el empleo de la inteligencia artificial en la investigación científica nos trae nuevos retos. En esta línea, Chávez Solís et al. (2023) afirman que, por un parte, es necesaria una continuación de la mejora en el empleo y el uso de estas tecnologías, y, por otra parte, por otra parte, las decisiones sobre su utilización, de manera que se puedan abordar preocupaciones éticas como la privacidad de los datos y el sesgo algorítmico, finalmente son preocupaciones que están en juego de un modo u otro a la hora de tratar la idea de equidad en la educación y/o la transparencia.

Como señalan Chávez Solís et al. (2023), la investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones de IA en las ciencias ofrecen oportunidades significativas para transformar la educación superior. Desde simulaciones virtuales hasta análisis de datos avanzados, estas herramientas están redefiniendo cómo se enseña y aprende en las Ciencias Naturales. Sin embargo, es importante abordar los retos éticos y metodológicos para garantizar que su implementación sea responsable, equitativa y beneficiosa para todos los actores del sistema educativo.

Visión a largo plazo: hacia una educación científica transformada por la IA

La inteligencia artificial (IA) está redefiniendo el futuro de la educación científica, ofreciendo herramientas que transforman cómo se enseña y aprende. Según Maceri y Coll (2023-2024), "el rápido avance de la IA y los grandes modelos de lenguaje están transformando profundamente la naturaleza de la investigación científica" (p. 51). En el ámbito educativo, esto se traduce en la capacidad de la IA para personalizar el aprendizaje, facilitar simulaciones interactivas y analizar grandes volúmenes de datos, lo

que permite a los estudiantes explorar conceptos científicos de manera más profunda y autónoma, preparándolos para un futuro donde la ciencia y la tecnología convergen.

A largo plazo, la IA podría revolucionar la forma en que se diseñan los currículos científicos. Los sistemas inteligentes podrían identificar tendencias emergentes en la investigación y actualizar los contenidos educativos en tiempo real, asegurando que los estudiantes estén al día con los últimos avances. Además, la IA podría generar materiales didácticos adaptados a las necesidades individuales, combinando teoría y práctica de manera innovadora. Esto no solo mejoraría la comprensión de conceptos complejos, sino que también fomentaría el pensamiento crítico y la creatividad en los futuros científicos.

El papel del docente también evolucionará en este escenario transformado por la IA. En lugar de ser transmisores de conocimiento, los educadores se convertirán en facilitadores y guías, ayudando a los estudiantes a interpretar y aplicar la información generada por sistemas inteligentes. Maceri y Coll (2023-2024) plantean que "el científico humano podría estar obligado a elegir si prefiere conocer o comprender" (p. 51), una reflexión que también aplica a los docentes, quienes deberán equilibrar el uso de la IA con la enseñanza de habilidades humanas esenciales, como la ética y la colaboración.

Otro aspecto clave es la democratización del acceso al conocimiento científico. La IA puede reducir barreras geográficas y económicas, permitiendo que estudiantes de todo el mundo accedan a recursos educativos de alta calidad. Plataformas impulsadas por IA podrían ofrecer tutorías personalizadas, laboratorios virtuales y comunidades de aprendizaje globales, lo que nivelaría el campo de juego para aquellos en regiones con menos recursos. Sin embargo, esto requerirá inversión en infraestructura y políticas que garanticen un acceso equitativo a estas tecnologías.

No obstante, este futuro también plantea retos éticos y prácticos. La dependencia excesiva de la IA podría limitar el desarrollo de habilidades humanas esenciales, como la curiosidad y la intuición científica. Además, es importante abordar preocupaciones como la privacidad de los datos y el sesgo algorítmico. Las instituciones educativas y los gobiernos deben trabajar juntos para establecer regulaciones que aseguren un uso responsable de la IA, protegiendo tanto a los estudiantes como a la integridad del proceso educativo.

Por su parte, la visión a largo plazo de una educación científica transformada por la IA es prometedora, pero requiere un enfoque equilibrado. Como señalan Maceri y Coll (2023-2024), "resulta necesario que la disciplina científica se adapte para encontrar el rol del científico en esta revolución" (p. 51). Esto implica integrar la IA de manera ética y efectiva, fomentando una educación que combine lo mejor de la tecnología con las habilidades humanas únicas, preparando a las futuras generaciones para liderar en un mundo donde la ciencia y la IA son inseparables.

La tabla siguiente resume los principales hallazgos de investigaciones recientes sobre inteligencia artificial (IA) en educación. Se destacan tendencias como la personalización del aprendizaje, automatización administrativa y retos como la brecha digital, resistencia al cambio y aspectos éticos. Además, se enfatiza la necesidad de capacitación docente, políticas claras y acceso equitativo a la tecnología para una integración efectiva.

Tabla 4
Futuro y Retos de la IA en la Enseñanza de las Ciencias Naturales

Autor(es)	Hallazgo principal
Barcia Cedeño et al. (2024)	Tendencias emergentes en personalización del aprendizaje, automatización administrativa y mejora de retroalimentación educativa. Retos incluyen resistencia al cambio y preocupaciones éticas. Se enfatiza la necesidad de capacitación docente y políticas claras de privacidad de datos.
Cardenas Campuzano et al. (2024)	La IA es una herramienta disruptiva en educación, con potencial para mejorar la enseñanza-aprendizaje. Se destaca la automatización de procesos administrativos, personalización del aprendizaje y mejora de la investigación. Se resalta la brecha digital y la necesidad de adaptación post-COVID-19.
Espinosa Cevallos (2023)	Brecha en competencias digitales entre docentes y estudiantes. Retos incluyen falta de tiempo, recursos y resistencia al cambio. Oportunidades en la adaptación acelerada a entornos virtuales post-COVID-19. Se requiere formación en competencias digitales y acceso equitativo a la educación digital.
Litardo et al. (2023)	Retos en la implementación de IA en educación superior en Ecuador: falta de inversión en tecnología, capacitación docente y brecha digital.

Autor(es)	Hallazgo principal
Basantes Ortega et al. (2025)	Retos en Ecuador incluyen falta de formación docente en IA, brecha digital y ausencia de marcos regulatorios. Se propone capacitación docente, reducción de la brecha digital y políticas educativas para una integración ética y efectiva de la IA.
Carguacundo Avila et al. (2024)	La IA es percibida como efectiva para mejorar materiales educativos en Ciencias Naturales, pero su uso es limitado debido a la falta de dominio de herramientas digitales por parte de los docentes.
García Galván et al. (2021)	Colaboración entre organizaciones públicas y empresas es clave para impulsar la innovación. Se identifican problemas de oferta y demanda de conocimiento, y se proponen prácticas profesionales, educación dual y capacitación continua como soluciones.
Fanning Balarezo et al. (2024)	Retos éticos y metodológicos en la implementación de IA generativa en educación superior: privacidad, sesgo algorítmico y transparencia. Se requiere infraestructura tecnológica adecuada, formación docente y políticas claras para un uso responsable.
Chávez Solís et al. (2023)	La IA generativa ofrece eficiencia y productividad en educación superior, pero plantea dilemas éticos y metodológicos.

Autor(es)	Hallazgo principal
Maceri & Coll (2023-2024)	La IA está transformando la investigación científica, generando hipótesis y diseñando experimentos de manera autónoma. Se cuestiona el rol del científico humano y se enfatiza la necesidad de adaptación a esta revolución tecnológica.

Nota: Elaboración propia del autor con base en las fuentes citadas.

Conclusiones

La inteligencia artificial ha demostrado ser una herramienta transformadora en la enseñanza de las Ciencias Naturales, ofreciendo oportunidades únicas para personalizar el aprendizaje y mejorar la comprensión conceptual. A través de sistemas adaptativos, simulaciones interactivas y tutorías inteligentes, los estudiantes pueden acceder a contenidos ajustados a sus necesidades y ritmos, potenciando así su rendimiento académico y motivación. Sin embargo, su implementación requiere un enfoque pedagógico bien estructurado que combine tecnología con metodologías activas.

Uno de los mayores retos identificados es la brecha digital, que limita el acceso equitativo a estas tecnologías en contextos desfavorecidos. Además, la falta de formación docente en herramientas de IA representa una barrera significativa para su adopción efectiva en las aulas. Es fundamental desarrollar programas de capacitación que empoderen a los educadores para integrar estas herramientas de manera crítica y creativa, asegurando que su uso enriquezca genuinamente el proceso de enseñanza-aprendizaje sin reemplazar el rol humano del docente.

En el ámbito ético, surgen preocupaciones sobre privacidad de datos, sesgos algorítmicos y la posible dependencia tecnológica. Estas consideraciones exigen el desarrollo de marcos regulatorios claros que protejan los derechos de los estudiantes mientras se fomenta la innovación educativa. Las instituciones deben establecer protocolos transparentes para el uso responsable de la IA, garantizando que su implementación priorice el desarrollo integral de los estudiantes y no solo la eficiencia administrativa o tecnológica.

Las experiencias analizadas demuestran que la IA puede potenciar habilidades científicas clave como el pensamiento crítico,

la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Plataformas gamificadas y laboratorios virtuales permiten a los estudiantes experimentar con fenómenos complejos en entornos seguros, fomentando su curiosidad y capacidad investigativa. Estos avances preparan a los futuros profesionales para desenvolverse en un mundo donde la ciencia y la tecnología convergen cada vez más.

A futuro, se vislumbra un escenario donde la IA se integre plenamente en los currículos científicos, con materiales didácticos dinámicos que se actualicen en tiempo real según los avances de la investigación. Sin embargo, este potencial solo se concretará mediante inversiones sostenidas en infraestructura tecnológica, investigación educativa y formación docente. La colaboración entre instituciones educativas, gobiernos y empresas tecnológicas será clave para superar los retos actuales.

Este libro concluye destacando que el verdadero valor de la IA en la educación científica reside en su capacidad para complementar -no sustituir- la labor docente. Cuando se usa de manera ética y estratégica, estas tecnologías pueden democratizar el acceso al conocimiento, inspirar nuevas generaciones de científicos y transformar las aulas en espacios de innovación. El camino forward requiere equilibrio entre entusiasmo tecnológico y reflexión pedagógica, siempre centrado en el desarrollo humano integral.

Referencias Bibliográficas

- Alpizar , L., & Martinez, H. (2024). Perspectiva de estudiantes de nivel medio superior respecto al uso de la inteligencia artificial generativa en su aprendizaje. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(28). doi:<https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1830>
- Ampudia, C., Yanqui, M., Ullauri, G., & Villón, M. (2024). Aprendizaje Adaptativo Mediante Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Reincisol*, 3(6), 4443-4456. doi:[https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)4443-4456](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)4443-4456)
- Ayala, A. (2024). Impacto de la Inteligencia Artificial en la transformación de la Educación Superior. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 7219-7229. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.11126
- Barcia, E., Tambaco, A., Angulo, O., Prado, M., & Valverde, N. (2024). Análisis de tendencias y futuro de la Inteligencia Artificial en la Educación Superior: perspectivas y retos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 30661-3076. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9637
- Basantes, M., Miranda, A., Lara, E., Zamora, H., & Corozo, M. (2025). Retos y retos de la inteligencia artificial en la educación ecuatoriana: Una mirada desde la enseñanza y el rol del docente. . *Arandu UTIC*, 12(1), 1551-1566. doi: <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.694>
- Becerra, C. (2024). Revisión literaria de herramientas de calificación automatizada para tareas de programación. *Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías*,

- Bueno, A., & Pinho, F. (2024). La inteligencia artificial como apoyo en el desarrollo de recursos multimedia en la Educación Superior. *Ciencia E Interculturalidad*, 33(2), 25-42. doi:<https://doi.org/https://doi.org/10.5377/rci.v33i2.17697>
- Carbonell, N., & Hernández, M. (2024). Impacto de los sistemas de tutoría inteligente. Una revisión sistemática. *Edutec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*(89), 121-143. doi:<https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3025>
- Cardenas, B., Laura, L., Madero, A., & Mecías, A. (2024). Inteligencia artificial: El futuro disruptivo de la educación: Artificial Intelligence: The Disruptive Future of Education. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(5), 1133-1145. doi:<https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2676>
- Carguacundo, F., García, K., Urgilés, D., Chica, R., Suin, A., & Andrade, M. (2024). Integración de la IA en el desarrollo del material educativo y didáctico para docentes del subnivel educación general básica media en la asignatura de ciencias naturales. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(2), 1152-1163. doi:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9481313>
- Chávez, M., Labrada, E., Carbajal, E., Pineda, E., & Alatrístre, Y. (2023). Inteligencia artificial generativa para fortalecer la educación superior: Generative artificial intelligence to boost higher education. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(3), 767-784. doi:<https://doi.org/10.56712/latam.v4i3.1113>

- Coba, J. (2024). La Curiosidad como Agente Motivante en el Aprendizaje Significativo de las Ciencias Naturales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 8152-8172. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.11249
- Espinosa, P. (2023). Desarrollo de competencias digitales en docentes y estudiantes: retos y oportunidades. *Revista Ingenio Global*, 2(2), 55-67. doi:<https://doi.org/10.62943/rig.v2n2.2023.66>
- Fanning, M., Vásquez, M., & Noblecilla, E. (2024). Retos éticos y metodológicos de la inteligencia artificial generativa en educación superior: Revisión bibliométrica. *Revista Reflexiones De La Sociedad Y Economía*, 1(2), 53-72. doi:<https://doi.org/10.62776/rse.vii2.13>
- Gallent, C., Zapata, A., & Ortego, J. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica. *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 29(2), 1-21. doi:<https://www.redalyc.org/journal/916/91676028011/91676028011.pdf>
- García, L., Zambrano, F., Acuña, M., & Acuña, M. (2023). Oportunidades y retos en la aplicación de la inteligencia artificial en la educación superior. *Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR*, 6(12), 255-282. doi:<http://www.reicomunicar.org/index.php/reicomunica/r/article/view/190>
- García, R., Lindquist, R., & Morales, M. (2021). La colaboración de las organizaciones públicas del conocimiento con las empresas: una mirada de empresarios. *Paradigma Económico: Revista de Economía Regional y Sectorial*, 13(1),

147-180. doi:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=431566320006>

González, C. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en la educación: Transformación de la forma de enseñar y de aprender. Servicio de Publicaciones. *Universidad de La Laguna*. doi:<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/32719>

Granda, P., Burbano, C., Robalino, M., & Bastidas, M. (2024). Fortalezas de la inteligencia artificial en la educación: Un análisis de beneficios y aplicaciones. *Polo del Conocimiento*, 9(6). doi:<https://doi.org/10.23857/pc.v9i6.7357>

Guevara, M., Camacho, M., Montoya, M., Arias, M., & Wong, M. (2024). Aprendizaje activo apoyado por inteligencia artificial: estrategias personalizadas para el desarrollo de la inteligencia emocional en aulas híbridas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 8073-8091. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14217

Hernández, A., & López, D. (2023). Governance and Challenges of Artificial Intelligence in the Right to Education: The Role of the Teacher in the Digital Age. *Política, Globalidad Y Ciudadanía*, 9(18), 247-257. doi:<https://doi.org/10.29105/rpgyc9.18-352>

Hidalgo, C., Llanos, J., & Bucheli, V. (2021). Una revisión sistemática sobre aula invertida y aprendizaje colaborativo apoyados en inteligencia artificial para el aprendizaje de programación. *Tecnura*, 25(69), 196-214. doi:<https://doi.org/10.14483/22487638.16934>

Ibarra, R., Caro, J., & Pérez, M. (2023). Inteligencia artificial en la educación. *Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas*, 7(1), 100-106. doi:<https://doi.org/10.61530/redtis.vol7.n1.2023.136.100-106>

- Laverde, E., Chacón, M., Chacón, A., & Illescas, S. (2024). Gamificación y aprendizaje de matemáticas: uso de IA para crear juegos educativos. *Polo del Conocimiento*, 9(9). doi:<https://doi.org/10.23857/pc.v9i9.7997>
- Litardo, J., Wong, C., Ruiz, S., & Benites, K. (2023). Retos y oportunidades docente en la implementación de la inteligencia artificial en la educación superior ecuatoriana. *South Florida Journal of Development*, 4(2), 867-889. doi:<https://doi.org/10.46932/sfjdv4n2-020>
- López, H., Rivera, A., & Rossell, C. (2023). Personalización del aprendizaje con inteligencia artificial en la educación superior. *Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas*, 7(1), 123-128. doi:<https://doi.org/10.61530/redtis.vol7.n1.2023.165.123-128>
- Maceri, S., & Coll, A. (2023-2024). El futuro de la ciencia y la inteligencia artificial en el descubrimiento científico: Algunos interrogantes. *Revista Energeia*, 8(1), 51-69. doi:<https://www.energeia.org>
- Moles, Y. (2021). La tecnología y la Inteligencia Artificial en el sistema educativo. *Universitat Jaume I*, 1, 1-49. doi:<https://core.ac.uk/download/pdf/481436033>
- Montalván, C., Mogrovejo, J., Romero, I., & Pinagorte, M. (2024). Introducción a la inteligencia artificial: Conceptos básicos y aplicaciones cotidianas. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 173-183. doi:<https://scholar.archive.org/work/5y2qcjizwfba5e3jefz74owlhu/access/wayback/https://economicsocialresearch.com/index.php/home/article/download/93/318>
- Mujica, R. (2024). Clasificación de las herramientas de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Tecnológica*

Educativa Docentes 2.0, 17(1), 31-40.
doi:<https://doi.org/10.37843/rted.v17i1.513>

Narváez, J., & Gutiérrez, J. (2023). Investigación escolar: Fomento de iniciación científica, resolución de problemas y pensamiento crítico. *Revista de Ciencias Sociales*, 29(8), 211-222.

doi:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9219703>

Olivares, U. (2021). Laboratorio virtual para la enseñanza de programación, inteligencia artificial y matemáticas. *Innovación Educativa UNAM*.
doi:<https://www.innovacioneducativa.unam.mx:8443/jspui/handle/123456789/7442>

Ramírez, G. (2023). La Inteligencia Artificial (IA) en el estudio de las Ciencias Naturales: Oportunidades y Retos. *Revista InveCom*, 4(1), 1-13.
doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.10139852>

Rodríguez, Y., Parra, E., Zurita, K., Mejia, J., & Bonilla, D. (2023). ChatGPT: La inteligencia artificial como herramienta de apoyo al desarrollo de las competencias STEM en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. *ReCIBE, Revista electrónica De Computación, Informática, Biomédica Y Electrónica*, 12(1), 5-12.
doi:<https://doi.org/10.32870/recibe.v12i1.291>

Rubio, J., Neira, T., Molina, D., & Vidal, C. (2022). Proyecto UBOT: asistente virtual para entornos virtuales de aprendizaje. *Información Tecnológica*, 33(4), 85-92.
doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000400085>

Ruiz, G., & Yépez, D. (2024). Transformando la Educación a través de la Inteligencia Artificial: Un Enfoque en el Aprendizaje

Significativo. *Revista Social Fronteriza*, 4(2), 42191.
doi:[https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)191](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)191)

Salas, F., Vercher, M., Aura, C., García, A., & Capó, J. (2024). Uso de la inteligencia artificial para mejorar la capacidad de lecto-comprensión, integración y síntesis. *Editorial Universitat Politècnica de València*, 812-826.
doi:<https://doi.org/10.4995/INRED2024.2024.18343>

Santillán, C., Silva, M., De los Angeles, D., & Criollo, E. (2024). El papel de la Inteligencia Artificial en la adaptación curricular: Perspectivas para la mejora continua de la educación digital . *Revista Imaginario Social*, 7(2).
doi:<https://doi.org/10.59155/is.v7i2.186>

Saz, F., & Pizá, B. (2024). Estudio exploratorio sobre usos y adaptaciones de las tareas escolares ante la irrupción de software de inteligencia artificial generativa. *Revista Estudios En Educación*, 7(12), 165-183.
doi:<http://ojs.umc.cl/index.php/>

Ventura, M., Ventura, N., & Moreno, A. (2024). Impacto de un programa formativo de la Neurodidáctica sobre el Capital Psicológico: influencia en la motivación y el engagement académico. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-20. doi: <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-565>

Crespo Asqui, Jeferson Darío

Universidad Nacional de Educación

crespo.jeferson22@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0646-2068>

Azogues, Ecuador



Red de Investigación
Científica y Desarrollo
Tecnológico **Del Pacífico**

EDITORIAL
SAGA

ISBN: 978-9942-7351-5-7

