Ápice. Revista de Educación Científica, 10(2), 2026 DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2026.10.2.13356
Sección. Investigación en educación científica ISSN: 2531-016X
BY-SA

El uso de la tecnología educativa en la enseñanza de la geología en Educación Secundaria Obligatoria y Enseñanza Universitaria

Cristina Molina Hilario y Francisco Javier Robles Moral

Universidad de Murcia, Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales-Facultad de Ciencias de la Educación, Murcia, España.

[Recibido: 11 marzo 2026, Revisado: 24 abril 2026, Aceptado: 1 julio 2026]

Resumen: El uso de la tecnología educativa ha transformado los métodos de enseñanza-aprendizaje, especialmente en disciplinas como la geología. El objetivo principal es analizar la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación, incluida la Inteligencia Artificial, en el aula y evaluar su impacto en el rendimiento académico y en la motivación del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geología en Educación Secundaria Obligatoria y Enseñanza Universitaria. Para ello, se ha realizado una revisión bibliográfica sistemática, siguiendo la metodología PRISMA 2020, de 25 publicaciones científicas. Los resultados muestran que la tecnología educativa complementa los métodos de enseñanza convencionales mediante simulaciones, recursos interactivos y entornos virtuales, favoreciendo la comprensión de conceptos abstractos y el aprendizaje significativo. No obstante, persisten barreras para su integración efectiva, como la insuficiente formación docente, la resistencia al cambio metodológico y las limitaciones de infraestructura y acceso tecnológico.

Palabras clave: tecnología educativa; inteligencia artificial; geología; educación secundaria; enseñanza universitaria.

The Use of Educational Technology to Teach Geology in Compulsory Secondary Education and Higher Education

Abstract: The use of educational technology has transformed teaching and learning methods, particularly in disciplines such as geology. The main aim of this study is to analyze the application of Information and Communication Technology (ICT), including Artificial Intelligence (AI), in the classroom and to assess its impact on academic performance and student motivation in the teaching and learning of geology in compulsory secondary education and higher education. The study consisted of a systematic literature review of 25 scientific publications using PRISMA 2020. The results indicate that educational technology complements conventional teaching methods through simulations, interactive resources, and virtual environments, and promotes understanding of abstract concepts and meaningful learning. However, several barriers to integration remain, including insufficient teacher training, resistance to methodological change, and limited infrastructure and access to technology.

Keywords: educational technology; artificial intelligence; geology; secondary education; higher education.

Para citar el artículo. Molina Holario, C. y Robles Moral, F. J. (2026). El uso de la tecnología educativa en la enseñanza de la geología en Educación Secundaria Obligatoria y Enseñanza Universitaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 10(2), 2203. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2026.10.2.13356
Contacto. cristina.molinah@um.es, franciscojavier.moral@um.es

Introducción

La geología, como disciplina científica que estudia la estructura, composición y dinámica de la Tierra, es fundamental en la educación científica básica ya que prepara a la ciudadanía a tomar decisiones y actuar de manera informada y fundamentada en una sociedad con importantes desafíos económicos, socioambientales y culturales (Corrochano et al., 2023). Sin embargo, se enfrenta a grandes desafíos didácticos derivados de la naturaleza de su objeto de estudio. Aunque forma parte del currículo oficial, su presencia en las aulas es limitada y, en ocasiones, poco atractiva debido a su carácter abstracto y complejo, su orientación teórica y la dificultad de acceder a entornos naturales o ejemplos reales que ilustren los procesos geológicos (López-Martínez, 2024). En este contexto, la tecnología educativa y la Inteligencia Artificial emergen como herramientas de apoyo y vehículos críticos para la visualización y el modelado de fenómenos abstractos (Cantillo et al., 2023).

Tradicionalmente la geología ha mantenido una orientación teórica. Como consecuencia, se ha visto afectado su interés y comprensión, especialmente en aquellos contenidos que requieren pensamiento abstracto (López-Martínez, 2024). A nivel conceptual, las concepciones previas, a menudo erróneas o incompletas, obstaculizan la comprensión de conceptos geológicos (Palacios et al., 2021). Además, la interpretación de modelos científicos requiere habilidades de abstracción y visión espacial que resultan complejas de desarrollar sin apoyo visual o experiencias prácticas. Procedimentalmente, las limitaciones de tiempo y metodología han reforzado este enfoque teórico, dificultando la conexión entre los conceptos y los fenómenos reales. Asimismo, el alumnado considera la geología como una disciplina alejada de su vida cotidiana, percepción que se agrava por la abstracción de procesos que ocurren en escalas temporales y espaciales difíciles de comprender (Corrochano et al., 2023; López-Martínez, 2024).

En este sentido, el concepto de tiempo geológico es fundamental para comprender y situar adecuadamente la historia de la Tierra y los diversos acontecimientos que han tenido lugar a lo largo de ella. Su comprensión resulta indispensable para interpretar correctamente fenómenos como la influencia humana en el cambio climático actual, las teorías sobre la evolución de los seres vivos y uno de los pilares de la geología moderna: la teoría de la tectónica de placas. Además, esta visión dinámica de los cambios geológicos a través de una escala temporal continua constituye un elemento transversal presente en los principales conceptos de alfabetización en Ciencias de la Tierra. Desde una perspectiva educativa, el tiempo geológico es uno de los contenidos geológicos que plantea mayores dificultades de aprendizaje en las etapas de enseñanza obligatoria. Por ello, es fundamental atender a las concepciones previas del alumnado, ya que estas condicionan la comprensión del alumnado sobre la evolución tanto del planeta como de la vida (Corrochano et al., 2023).

Si bien los métodos convencionales han demostrado su valor pedagógico y deben seguir siendo considerados, las innovaciones tecnológicas que ofrecen las herramientas complementarias pueden enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, la integración de estas por sí solas no garantiza una mejora en la calidad formativa. Para que estas herramientas tengan un impacto real, es fundamental que su uso contribuya a despertar el interés por las ciencias, fomentar habilidades y actitudes hacia los métodos científicos y promover la construcción social del conocimiento (Fernández-Lozano y Gutiérrez-Alonso, 2016). Por ello, su integración representa una oportunidad para enriquecer la experiencia educativa, ampliar el acceso a contenidos especializados y mejorar la comprensión de fenómenos geológicos a través de enfoques innovadores y dinámicos (Espinosa y Cartagena, 2021).

Objetivos

El objetivo principal es analizar el uso de la tecnología educativa en la enseñanza de la geología en la Educación Secundaria Obligatoria y Enseñanza Universitaria, a través de la revisión de los trabajos científicos publicados. Dado el alcance del propósito, se han definido metas específicas que permitirán lograr el objetivo principal:

1. Identificar y describir las principales herramientas digitales y recursos basados en IA aplicadas en la enseñanza de la geología en Educación Secundaria Obligatoria y Enseñanza Universitaria.
2. Examinar la relación entre el uso de la tecnología y el aprendizaje, la motivación y el rendimiento académico del alumnado en el campo de la geología, ampliando este análisis al contexto disciplinar de las ciencias.

Metodología

Se ha llevado a cabo una revisión sistemática conforme las directrices del protocolo PRISMA 2020 (Page et al., 2021) desde febrero hasta junio de 2025. La búsqueda se ha realizado en bases de datos académicas reconocidas y se ha complementado con revistas especializadas en Didáctica de las Ciencias, priorizando aquellas que abordan la integración de tecnologías emergentes en el ámbito educativo. Las fuentes incluyen a *Google Scholar, Dialnet, Web of Science* así como la revista *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* y *Enseñanza de las Ciencias*.

Las estrategias de búsqueda se han estructurado mediante el uso de palabras clave combinadas con operadores booleanos (tecnología educativa AND inteligencia artificial AND geología AND educación secundaria OR enseñanza universitaria). No se han establecido restricciones de idiomas, aunque se han priorizado las publicaciones en español. Se han seleccionado trabajos publicados entre 2005 y junio de 2025. También, se han considerado válidos aquellos documentos que aportan información sobre el uso de la tecnología educativa, especialmente en contextos aplicados a la enseñanza de la geología. Se han incluido investigaciones didácticas que exploran el impacto de herramientas digitales en la motivación, el aprendizaje o el desarrollo de competencias en educación secundaria obligatoria y enseñanza universitaria (Tabla 1).

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión aplicados para la revisión sistemática

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Publicaciones entre 2005 y junio de 2025	Publicaciones anteriores a 2005
Publicaciones en español	Publicaciones sin traducción
Artículos científicos, libros académicos, tesis y documentos oficiales	Publicaciones sin revisión científica ni valor académico
Publicaciones de acceso completo al texto	Publicaciones sin acceso completo al texto
Publicaciones sobre tecnología educativa, TIC, IA y alfabetización digital	Publicaciones que no abordan el uso de las tecnologías en el ámbito educativo
Publicaciones contextualizadas en educación secundaria y enseñanza universitaria	Publicaciones no contextualizadas en la etapa de educación secundaria o superior
Publicaciones que incluyen competencias, resultados de aprendizaje u objetivos educativos relacionados con la geología	Publicaciones que no incluyen competencias, resultados de aprendizaje u objetivos educativos relacionados con la geología

Siguiendo estos criterios, la revisión se estructuró en torno a cuatro ejes temáticos de búsqueda con el uso de operadores booleanos: (1) tecnología educativa OR TIC AND alfabetización digital; (2) tecnología educativa AND inteligencia artificial AND geología AND educación secundaria AND educación superior; (3) rendimiento académico AND motivación AND tecnología educativa; y (4) beneficios OR desafíos AND tecnología educativa. A partir de estas búsquedas, se seleccionaron los estudios que cumplían con los criterios de inclusión, organizándose según su temática para facilitar su análisis e interpretación.

Resultados

Durante la fase de identificación, se localizaron un total de 178 registros en las bases de datos académicas y repositorios institucionales. En esta etapa inicial se eliminaron los registros duplicados y aquellos no relacionados mediante una primera revisión manual, seleccionando 71 estudios. En la fase de cribado, se examinaron los títulos y resúmenes de estos documentos y aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión fueron descartados. La fase de evaluación consistió en un análisis detallado de los textos completos recuperados, considerando su relevancia temática y aplicabilidad al objeto de estudio. Como resultado, se seleccionaron 34 estudios que cumplían con los requisitos establecidos. Finalmente, en la fase de inclusión, se identificaron los estudios que satisfacían todos los criterios metodológicos y temáticos definidos, incorporándose al análisis final un total de 25 publicaciones (Figura 1).

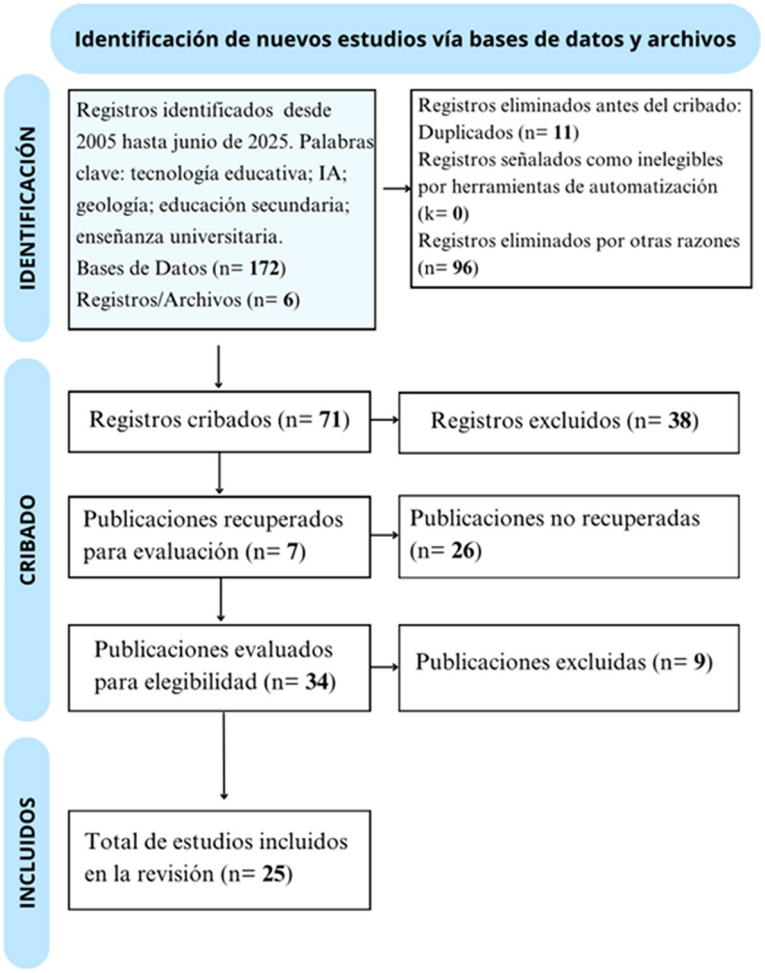


Figura 1. Diagrama de flujo del uso de la tecnología educativa en la enseñanza de la geología

En la siguiente tabla se recopilan las 25 publicaciones identificadas para esta revisión (Tabla 2). Esta síntesis permite observar las tendencias más relevantes en el uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geología y áreas relacionadas, así como las aproximaciones metodológicas adoptadas por los investigadores. Del análisis realizado, se evidencia una distribución equilibrada entre investigaciones empíricas (15) y revisiones bibliográficas o sistemáticas (10). Dentro de las investigaciones empíricas, 11 se desarrollaron en el contexto de la Educación Secundaria Obligatoria, mientras que las restantes abordan en la enseñanza universitaria. En términos cronológicos, los años con mayor volumen de producción científica fueron 2023 y 2024.

Tabla 2. Estudios seleccionados para la revisión bibliográfica sobre el uso de la tecnología educativa

Autores	Metodología	Muestra	Finalidad	Temática
Acosta (2010)	Estudio práctico	Educación Secundaria Obligatoria	Uso de *Moodle* en la enseñanza de geología	Aplicación de las TIC
Amores-Valencia y De-Casas-Moreno (2019)	Estudio caso	Educación Secundaria Obligatoria	TIC como herramienta de motivación para alumnos de ESO	Rendimiento y motivación
Ariza y Quesada, (2014)	Revisión bibliográfica	Educación Secundaria Obligatoria y Universitaria	Analizar el impacto de la tecnología en el aprendizaje	Rendimiento y motivación
Badaracco y Martínez (2010)	Desarrollo tecnológico	Enseñanza Universitaria	STI basada en Competencias	Aplicación de la IA
Bernal y Prados (2024)	Revisión sistemática	Artículos científicos	Impacto de los STI	Aplicación de la IA
Bolaño-García y Duarte-Acosta (2024)	Revisión sistemática	Artículos científicos	Uso de la IA en educación	Aplicación de la IA
Cantillo et al. (2023)	Revisión sistemática	Artículos científicos	Aplicación de algoritmos de aprendizaje automático en geociencia	Aplicación de la IA
Cedeño et al. (2023)	Revisión sistemática	Artículos científicos	Impacto de las TIC en el rendimiento académico	Rendimiento y motivación
De La Torre Burgos et al. (2024)	Revisión bibliográfica	Artículos científicos	Implicaciones de las nuevas tecnologías en la enseñanza-aprendizaje	Aplicación de las TIC
Espinosa y Cartagena (2021)	Revisión bibliográfica	Artículos científicos	Tecnologías avanzadas e innovación educativa	Aplicación de las TIC
Estrada y García (2021)	Estudio práctico	Educación Secundaria Obligatoria	Formación educativa en y desde las TIC	Beneficios y desafíos
Fernández-Lozano y Gutiérrez-Alonso (2016)	Estudio práctico	Educación Secundaria Obligatoria	Uso de aplicaciones para construir modelos geológicos	Aplicación de las TIC
Fuentes et al. (2019)	Estudio caso	Educación Secundaria Obligatoria	Competencia Digital Docente y RA	Aplicación de las TIC
Garibay et al. (2014)	Estudio práctico	Enseñanza Universitaria	Incorporación de TIC en Geología y Geotecnia	Beneficios y desafíos
Graells (2013)	Revisión bibliográfica	Artículos científicos	Impacto de las TIC en la educación	Beneficios y desafíos

Tabla 2. Estudios seleccionados para la revisión bibliográfica sobre el uso de la tecnología educativa. *Continuación*

Autores	Metodología	Muestra	Finalidad	Temática
Jacho Guanoluisa (2024)	Revisión bibliográfica	Artículos científicos	Aplicación de las TIC en la educación	Beneficios y desafíos
Lázaro (2019)	Estudio caso	Educación Secundaria Obligatoria	Gamificación en educación	Aplicación de las TIC
López-Belmonte et al. (2020)	Estudio práctico	Educación Secundaria Obligatoria	Flipped learning con RA	Aplicación de las TIC
Martínez et al. (2022)	Estudio caso	Todas las etapas	Geolodía 22: actividades virtuales	Aplicación de las TIC
Martínez-Comesaña et al. (2023)	Revisión sistemática	Educación Secundaria Obligatoria	Impacto de la IA en los métodos de evaluación	Aplicación de la IA
Miguel-Revilla (2020)	Revisión bibliográfica	Artículos científicos	Relación entre rendimiento académico y tecnología	Rendimiento y motivación
Ortiz et al. (2018)	Estudio innovación	Enseñanza Universitaria	Innovación educativa en Geología con TIC	Aplicación de las TIC
Ramírez-Ramírez et al. (2020)	Estudio práctico	Educación Secundaria Obligatoria	Usabilidad de las TIC en Secundaria	Aplicación de las TIC
Rehman (2023)	Revisión bibliográfica	Enseñanza Universitaria	Tendencias y desafíos de las TIC	Beneficios y desafíos
Torres (2017)	Revisión bibliográfica	Artículos científicos	Implicaciones de las TIC en educación	Beneficios y desafíos

Predominan cuatro grandes ejes en las temáticas abordadas: la aplicación de tecnología educativa (10), la aplicación de la IA (5), el rendimiento académico y la motivación de alumnado con el uso de las TIC (4) y los beneficios y desafíos de la integración tecnológica en el aula (6).

Uso de herramientas tecnológicas para la enseñanza de la geología

La tecnología educativa ha impulsado el desarrollo de nuevas experiencias de aprendizaje, tanto en la interacción con los contenidos como en la colaboración entre el alumnado. Esto es posible gracias a recursos digitales caracterizados por su facilidad de uso, capacidad de adaptación y accesibilidad. Su uso pedagógico ha promovido la creación colaborativa de conocimiento, permitiendo que docentes y estudiantes desarrollen nuevas competencias (López-Belmonte et al., 2020; Ortiz et al., 2018; Ramírez-Ramírez, 2020). Así pues, se han introducido mejoras significativas en las metodologías de enseñanza-aprendizaje respecto a años anteriores, siendo el índice de innovación en el periodo 2005-2016 superior al periodo 2001-2011 (Ramírez-Ramírez, 2020).

Simulaciones y modelado 3D

Una simulación es un programa de ordenador que permite al usuario interactuar con la representación informática de un modelo (Ariza y Quesada, 2014). Estas herramientas impulsan enfoques interdisciplinares permitiendo la aplicación de metodologías innovadoras (Espinosa y Cartagena, 2021).

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que superpone información digital al mundo real, generando experiencias interactivas e inmersivas que complementan la percepción

del entorno físico y favorecen la comprensión mediante representaciones visuales contextualizadas (De la Torre Burgos, 2024). En el ámbito educativo, la RA aumenta la motivación, mejora la comprensión de conceptos abstractos, promueve la interacción con los contenidos y favorece el aprendizaje desde un enfoque constructivista (Espinosa y Cartagena, 2021; Fuentes et al., 2019; López-Belmonte et al., 2020).

Algunos ejemplos son *Sketchfab*, plataforma digital que permite visualizar, compartir y distribuir modelos en 3D de forma interactiva ofreciendo una experiencia inmersiva que facilita la exploración de objetos desde múltiples ángulos, siendo una herramienta muy útil al facilitar la construcción de laboratorios virtuales (Fernández-Lozano y Gutiérrez-Alonso, 2016); y *Mozaik education,* herramienta educativa que forma parte de la plataforma *Mozaweb*. Esta ofrece representaciones en 3D de procesos geodinámicos, estructuras terrestres o fenómenos naturales. Cada una de las escenas está diseñada para ser explorada de manera interactiva e incluye información textual complementaria (De la Torre Burgos, 2024).

Gamificación

La interactividad es una de las características de los juegos digitales y videojuegos, lo que los convierte en recursos atractivos y dinámicos. Mediante experiencias interactivas y motivadoras, esta herramienta incrementa la implicación, el compromiso y la diversión, siendo una estrategia eficaz para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Lázaro, 2019).

El *Desafío en el TransIberiano* es un juego virtual en formato escape room donde los participantes recorren la Península Ibérica a bordo de un tren, atravesando sus principales dominios geológicos. En cada parada, deben resolver diversas pruebas, complementadas con explicaciones en texto y vídeos cortos. Este enfoque permite resumir la historia geológica de España y reforzar conceptos clave de una manera dinámica e inmersiva. Por otro lado, *Game of Stones* es un juego virtual de preguntas sobre geología con múltiples respuestas, inspirado en el formato de *Trivial Pursuit*. Ambos juegos han sido desarrollados por la Sociedad Geológica de España (Martínez et al., 2022)

Aplicaciones y plataformas

Los dispositivos digitales han permitido el desarrollo de recursos pedagógicos que pueden ser utilizados tanto en el aula como en casa. Esto ha flexibilizado el tiempo y el espacio en los que se desarrolla la acción educativa (Fernández-Lozano y Gutiérrez-Alonso, 2016).

1. *Moodle* es una de las plataformas educativas más utilizadas, tanto en la enseñanza presencial como a distancia. Su aplicación en el aula virtual de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT) para la impartición de cursos en línea ha demostrado sus múltiples ventajas en la enseñanza de la geología (Acosta, 2010).
2. Aplicaciones educativas han impulsado el aprendizaje móvil o *m-learning*, consolidándose como un enfoque cada vez más relevante. Este modelo se basa en la portabilidad y la ubicuidad del aprendizaje a través de dispositivos móviles (De la Torre Burgos, 2024; Espinosa y Cartagena, 2021).

IA aplicada a la enseñanza de la geología

La IA ha producido grandes transformaciones en el ámbito educativo, cambiando la manera en que docentes y discentes acceden al conocimiento y desarrollan habilidades (De la Torre Burgos, 2024). Aunque aún no hay suficientes estudios que permitan conocer cómo la IA mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geología, su integración

permite gestionar grandes volúmenes de datos, mejorar la planificación de recursos, evaluar la calidad de la enseñanza y adaptar los contenidos a las necesidades del alumnado (Bolaño-García y Duarte-Acosta, 2024). Herramientas como los asistentes virtuales permiten responder de forma instantánea a dudas del alumnado, mientras que los Sistemas de Tutoría Inteligente ofrecen explicaciones adicionales, apoyando el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera continua (De la Torre Burgos, 2024). El uso de algoritmos de aprendizaje automático para que el alumnado identifique patrones en series sísmicas o clasifique minerales mediante visión por computador (Cantillo et al., 2023).

Por otro lado, la IA ha optimizado la gestión administrativa en los entornos escolares, permitiendo a los docentes centrarse en su labor pedagógica y en el acompañamiento del alumnado (De la Torre Burgos, 2024). Sin embargo, su llegada ha supuesto un impacto revolucionario en distintos sectores sociales, pues su uso plantea preocupaciones éticas y sociales, pero su implementación ha demostrado un alto potencial para mejorar la eficiencia y la calidad de vida (Bernal y Prados, 2024).

Según Martínez-Comesaña et al. (2023), Sarker (2022) propone una clasificación de las distintas técnicas asociadas a la IA, dividiendo esta tecnología en cuatro campos principales que engloban las aproximaciones más utilizadas en entornos educativos, científicos e industriales (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de la IA y su aplicación en educación (Martínez-Comesaña et al., 2023)

Tipos	Descripción	Aplicación en educación
Analítica	Analiza datos para identificar patrones mediante técnicas: redes neuronales, lógica difusa o modelos bayesianos	Detección temprana de dificultades de aprendizaje, personalización de contenidos
Funcional	Analiza información y toma decisiones automatizadas según los resultados	Diseño de rutas de aprendizaje adaptativas, asignación automática de tareas
Interactiva	Automatiza la comunicación con usuarios mediante chatbots o asistentes virtuales	Atención al alumnado y tutoría virtual
Textual	Procesa y genera lenguaje natural, traduce y transcribe información.	Asistentes de escritura, corrección y traducción de contenidos.
Visual	Reconoce y clasifica imágenes mediante visión por computador y RA.	Uso de simuladores, análisis de imágenes geológicas o científicas.

Sistemas de Tutoría Inteligente (STI)

Los STI son herramientas adaptativas y dinámicas diseñadas para ofrecer una enseñanza personalizada. Simulan el comportamiento de un experto tanto en el dominio del contenido como en el pedagógico, permitiendo diagnosticar el estado de aprendizaje del estudiante, identificar sus necesidades y proponer acciones específicas para avanzar en su formación. Su funcionamiento se basa en la integración de un dominio de conocimiento con criterios pedagógicos que se adaptan al contexto educativo. Estos criterios se aplican a través de modelos y procesos que buscan responder de manera eficaz a las necesidades del alumnado. Se componen de cuatro elementos fundamentales que interactúan entre sí, cada uno con funciones específicas que permiten personalizar el proceso educativo (Badaracco y Martínez, 2010).

Aplicaciones como Chat GPT permiten desarrollar sistemas de aprendizaje personalizados, ofreciendo retroalimentación inmediata y recursos educativos adaptados a las

necesidades del estudiante. Su uso en el aula favorece el aprendizaje autónomo, ya que los discentes pueden avanzar a su propio ritmo y reforzar las áreas donde presentan mayores dificultades. Además, facilita el seguimiento del progreso individual mediante la generación de perfiles de aprendizaje más precisos (Bernal y Prados, 2024).

Algoritmos de Aprendizaje Automático

El aprendizaje automático (*Machine Learning*, ML) se basa en algoritmos matemáticos y cálculos iterativos que emulan el pensamiento humano para la toma de decisiones. Su capacidad de procesar grandes volúmenes de información sin necesidad de descanso y con una menor tasa de error lo hace una herramienta poderosa para diversos campos, incluyendo las Ciencias de la Tierra. Representa una herramienta clave para analizar datos geoespaciales, modelar fenómenos naturales y predecir riesgos geológicos. En el ámbito de la educación, permite al alumnado interactuar con modelos predictivos y visualizar procesos geológicos complejos de manera más dinámica y realista (Cantillo et al., 2023).

Rendimiento académico y motivación en el alumnado con el uso de la tecnología

Las TIC se han convertido en herramientas clave para mejorar la calidad y eficacia del sistema educativo. Su integración en el ámbito escolar debe analizarse considerando dos dimensiones fundamentales: el rendimiento académico y la motivación del alumnado. Evaluar ambas permite comprender mejor su impacto en el aprendizaje y en la implicación estudiantil, ofreciendo así una visión más completa de su potencial para favorecer una educación más equitativa y de calidad (Cedeño et al., 2023). Sin embargo, no hay suficientes estudios que permitan concluir cómo la tecnología educativa mejora el rendimiento académico y la motivación en la enseñanza de la geología, aunque sí de las ciencias en general.

Rendimiento académico

Según Miguel-Revilla (2020), diversas investigaciones han abordado cómo el uso de herramientas digitales incide en el rendimiento académico y si dicha implementación afecta de manera equitativa a distintos grupos de estudiantes. Los resultados sugieren que el impacto de la tecnología educativa no es uniforme. Por ejemplo, estudios experimentales realizados en Australia evidencian que el alumnado con niveles académicos inicialmente más bajos mostró una mejora significativa tras la incorporación de la tecnología (Chandra y Lloyd, 2008). No obstante, los autores advierten sobre la dificultad de establecer generalizaciones sólidas, dado que muchos estudios son aplicados, no replicables y se desarrollan en diferentes contextos educativos y sociales. Otro estudio realizado en EE. UU. reveló una mejora significativa del rendimiento con mayor número de discentes. Esta mejora se atribuyó a la capacidad de las tecnologías para ofrecer una enseñanza más personalizada.

El informe de la OCDE de 2015 sobre el uso de la tecnología en educación ofrece una perspectiva crítica, advirtiendo que un uso intensivo no garantiza un impacto positivo si no se acompaña de un uso pedagógico planificado y estructurado. Es más, en algunas ocasiones, la información ofrecida puede ser malinterpretada por los individuos, llegando incluso a reforzar errores conceptuales (Ariza y Quesada, 2014). Además, concluye que el efecto de las TIC es más positivo cuando se utilizan como complemento a la enseñanza convencional (Miguel-Revilla, 2020). Asimismo, aquellos discentes que dominan y se sienten cómodos con las TIC tienden a obtener mejores resultados académicos, lo que subraya la importancia de introducir la formación en competencias digitales desde etapas tempranas. No obstante, es importante señalar que el uso excesivo o desregulado de las TIC, puede asociarse con un descenso del rendimiento académico (Cedeño et al., 2023).

Motivación

Diseñar experiencias atractivas y personalizadas que integren los intereses del alumnado y los objetivos pedagógicos es esencial para lograr un aprendizaje significativo. Así, el entorno digital puede convertirse en un catalizador de oportunidades educativas más equitativas y accesibles (Amores-Valencia y De-Casas-Moreno, 2019). Miguel-Revilla (2020), señala un estudio concreto realizado con estudiantes de 12 años, quienes utilizaron entornos digitales para la enseñanza de Ciencias Experimentales, donde se evidenció que el alumnado más motivado fue también el que alcanzó mayores mejoras en su evaluación. Este resultado permitió establecer una correlación entre la motivación, el rendimiento y la percepción de competencia en la materia.

Ventajas y desafíos del uso de la tecnología educativa

Las TIC se han consolidado como herramientas clave para enriquecer el aprendizaje, aunque su implementación enfrenta obstáculos como infraestructura limitada, capacitación docente insuficiente y desigualdades en el acceso (Cedeño et al., 2023; Jacho Guanoluisa et al., 2024).

Ventajas de la implementación tecnología

Entre los principales beneficios destaca el incremento del interés y la motivación. Estas tecnologías permiten conectar los contenidos con la realidad del entorno, dotando al aprendizaje de un carácter más significativo. Además, amplían los canales de comunicación entre docentes y discentes, favoreciendo el trabajo colaborativo y promoviendo una dinámica participativa (Garibay et al., 2014). También estimulan la alfabetización digital, fomentan el pensamiento crítico y mejoran la comunicación escrita y gráfica, al tiempo que potencian el desarrollo de habilidades analíticas y de resolución de problemas mediante el acceso a recursos digitales. Todo ello contribuye a transformar el rol del docente, que pasa de ser la fuente principal del conocimiento a guiar el proceso de aprendizaje (Rehman, 2023).

Cedeño et al. (2023) y Rehman (2023) destacan que el uso de tecnologías en el ámbito educativo estimula la creatividad al ofrecer experiencias más dinámicas e interactivas que permiten expresar ideas de forma innovadora, facilitando un mayor compromiso y una comprensión más profunda de los contenidos. Las aulas virtuales complementan este proceso al proporcionar acceso flexible a materiales, favorecer la interacción entre usuarios y ofrecer múltiples plataformas educativas, así como experiencias prácticas de aprendizaje de manera flexible, a través de simulaciones virtuales, tareas de laboratorio interactivas y otras herramientas digitales. Estas también fomentan la autonomía y fortalecen tanto el aprendizaje individual como el colectivo.

Limitaciones y barreras tecnológicas

Uno de los principales problemas es la distracción del alumnado, debido a la amplia oferta de contenidos y plataformas digitales, que puede desviar la atención del objetivo pedagógico y provocar saturación de información, especialmente en estudiantes con dificultades para filtrar y evaluar críticamente los datos, por lo que se requiere acompañamiento docente y una planificación didáctica que oriente el uso de las TIC hacia metas específicas (Torres, 2017; Cedeño et al., 2023). Asimismo, la gran cantidad de información no verificada hace necesario enseñar al alumnado a analizar críticamente las fuentes para evitar el uso de datos erróneos o poco rigurosos (Garibay et al., 2014). Por otra parte, los docentes presentan limitaciones en sus competencias digitales, especialmente en la creación de contenidos tecnológicos, ya que el desarrollo de materiales con tecnologías emergentes exige habilidades de diseño, gestión e integración pedagógica, y la falta de formación genera inseguridad, resistencia a la innovación y dificulta su integración. Por ello, no solo

se requiere infraestructura tecnológica, sino también formación continua y contextualizada (Estrada y García, 2021; Fuentes et al., 2019).

También existe un desconocimiento del uso pedagógico de las TIC que afecta la calidad de las experiencias educativas, lo que limita el aprovechamiento de sus beneficios en el aprendizaje y su impacto en el rendimiento académico. Para una integración efectiva, deben incorporarse con una finalidad didáctica clara, alineada al currículo y orientada al desarrollo de metodologías activas, pensamiento crítico, autonomía y trabajo colaborativo, garantizando además la accesibilidad e inclusión. No obstante, persisten barreras como el acceso limitado, problemas de conectividad o la falta de software especializado en zonas rurales, así como la escasez de tiempo para planificar actividades tecnológicas y el insuficiente apoyo institucional o técnico (Estrada y García, 2021; Cedeño et al., 2023; Jacho Guanoluisa et al., 2024).

Desafíos de la integración de la tecnología

La rápida evolución tecnológica plantea un reto para el sistema educativo, que debe desarrollar y aplicar nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje que permitan adaptarse a estos cambios sin afectar la formación integral del alumnado (Espinosa y Cartagena, 2021). Su integración debe responder a objetivos pedagógicos claros que fortalezcan el pensamiento crítico, la competencia digital, las habilidades analíticas y de resolución de problemas, además de promover el aprendizaje autónomo y colaborativo, la creatividad, la innovación, la comunicación y el manejo ético de la información. Para ello, las instituciones deben planificar estratégicamente el uso de la tecnología según las necesidades del contexto escolar, aunque todavía existen desigualdades en el acceso a dispositivos, conectividad y recursos digitales que profundizan la brecha educativa y afectan la equidad del sistema (Cedeño et al., 2023).

Asimismo, la formación docente debe centrarse en el uso de las TIC como apoyo al aprendizaje, evitando que se perciban como una carga adicional y buscando un equilibrio entre innovación tecnológica y prácticas pedagógicas tradicionales (De La Torre Burgos et al., 2024). En este sentido, se destacan tres ejes para el uso pedagógico de las TIC: la alfabetización digital para favorecer la autonomía y el pensamiento crítico; la mejora de la productividad educativa mediante la optimización de materiales, información y comunicación; y la respuesta a desafíos del sistema educativo como el abandono escolar, las dificultades de aprendizaje y la diversidad estudiantil (Graells, 2013).

Conclusiones

El análisis de los 25 artículos seleccionados permite afirmar que la tecnología educativa es una herramienta valiosa para enriquecer la enseñanza de la geología. Lejos de sustituir los métodos convencionales, actúa como un recurso complementario que potencia el aprendizaje significativo, facilitando la comprensión de fenómenos geológicos complejos que, por su naturaleza abstracta o inaccesibilidad directa, presentan dificultades en el aula convencional (Espinosa y Cartagena, 2021).

Los estudios revisados coinciden en que las TIC pueden mejorar el rendimiento académico y la motivación cuando se emplean de forma equilibrada y planificada (Cedeño, 2023; Fuentes et al., 2019; Miguel-Revilla, 2020). Estas favorecen el desarrollo de competencias como la interpretación espacial, la visualización de estructuras geológicas, el análisis de datos geocientíficos o la comprensión de procesos a escalas temporales amplias. Sin embargo, para garantizar resultados óptimos, es necesario formar al profesorado en competencias digitales, didácticas y éticas; garantizar un acceso equitativo a los recursos tecnológicos y adaptar las estrategias al contexto socioeducativo.

En este sentido, futuras investigaciones deberían desarrollar indicadores que permitan evaluar el rendimiento académico y la adquisición de competencias relacionadas con la interpretación espacial, el razonamiento temporal geológico y la comprensión de procesos complejos que operan a diferentes escalas. Asimismo, resulta pertinente analizar cómo herramientas como los sistemas de información geográfica (SIG), la realidad virtual, los modelos tridimensionales y la visualización de datos geocientíficos pueden contribuir a superar barreras epistemológicas propias de la disciplina, tales como la dificultad para comprender estructuras del subsuelo, procesos geológicos de larga duración o fenómenos no observables directamente. Finalmente, se recomienda promover enfoques interdisciplinarios que favorezcan una alfabetización digital crítica y transformen los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante metodologías activas y personalizadas, redefiniendo el papel de docentes y estudiantes en la construcción del conocimiento geológico.

Referencias bibliográficas

Las publicaciones señaladas (*) corresponden a los trabajos seleccionados en la revisión bibliográfica y analizados en detalle.

*Acosta, J.A. (2010). Moodle en la enseñanza de la Geología: iniciación práctica al manejo de una plataforma Moodle. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, *18*(2), 174-181.

*Amores-Valencia, A., y De-Casas-Moreno, P. (2019). El uso de las TIC como herramienta de motivación para alumnos de enseñanza secundaria obligatoria estudio de caso español. *Hamuťay, 6*(3), 37-49. http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v6i3.1845

*Ariza, M. R., y Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza De Las Ciencias Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, *32*(1), 101–115. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.433

*Badaracco, M., y Martínez L. (2010). Sistema Tutor Inteligente con Arquitectura inspirada en la Enseñanza Basada en Competencias (STI-C). In *XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.* http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18933

*Bernal, N.C., y Prados, M.A.H. (2024). Impacto de los Sistemas de Tutoría Inteligente. Una revisión sistemática. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* (89), 121-143. https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3025

*Bolaño-García, M., y Duarte-Acosta, N. (2024). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*, *39*(1), 51-63. DOI: https://doi.org/10.30944/20117582.2365

*Cantillo, J.R., Estrada, J.J., y Henríquez, C. (2023). Aplicación de algoritmos de aprendizaje automático en geociencia: revisión integral y desafío futuro. *Revista ambiental agua, aire y suelo*, *14*(2), 1-10. DOI: https://doi.org/10.24054/raaas.v14i2.2783

*Cedeño, R.J.C., Castro, P.C.V., y Palacios, I.A.M. (2023). Impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el Rendimiento Académico: Una Revisión Sistemática de la Literatura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7*(4), 10297–10316. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7732

Corrochano, D., Gómez-Gonçalves, A., Fuertes, M.A., Ballegeer, A.M., Pampín, S., y Chamoso, J.M. (2023). Concepciones de estudiantes de instituto y universidad sobre el tiempo geológico. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 44, 195-215. https://doi.org/10.7203/dces.44.26276

*De La Torre Burgos, H.A., Muñoz, M.Y.T., Panchana, I.E.V., y Pincay, R.D.M. (2024). Implicaciones de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE, *6*(12), 41–59. https://doi.org/10.56124/sapientiae.v6i12.0003

*Espinosa, M.P.P., y Cartagena, F.C (2021). Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), 35-53. https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28415

*Estrada, J. M., y García, M. I. B. (2021). Formación educativa en y desde las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en educación secundaria: el reto de hoy. *Revista Educación*, *45*(2), 1-13. https://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.43424

*Fernández-Lozano, J., y Gutiérrez-Alonso, G. (2016). Aula 3.0: Una nueva forma de aprender geología. El uso de las apps Trnio y Sketchfab para construir modelos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, *24*(2), 163-168. https://hdl.handle.net/10612/20550

*Fuentes, A., López, J., y Pozo, S. (2019). Análisis de la Competencia Digital Docente: Factor Clave en el Desempeño de Pedagogías Activas con Realidad Aumentada. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia Y Cambio En Educación*, *17*(2), 28-42. https://doi.org/10.15366/reice2019.17.2.002

*Garibay, M.T., Angelone, S., Fraga, H., Polare, M., y Torres, P.L. (2014). Incorporación de las TICs en la asignatura "Geología y Geotecnia". *In Proceedings of International Conference on Engineering and Computer Education*, *6*, 1-10.

*Graells, P.M. (2013). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. *3 ciencias TIC,2* (1), 1-15. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4817326

*Jacho Guanoluisa, N. del P., Ovilla Bueno, S., Jiménez Encarnación, D. A., y Franjul Sánchez, A. (2024). La aplicación de las TIC en la educación: avances, desafíos y perspectivas futuras. *Pedagogical Constellations, 3*(2), 60-76. https://doi.org/10.69821/constellations.v3i2.54

*Lázaro, I.G. (2019). Escape Room como propuesta de gamificación en educación. *Revista Educativa Hekademos*, *27*, 71-79.

*López-Belmonte, J., Pozo, S., Fuentes, A., y Romero, J.M. (2020). Eficacia del aprendizaje mediante flipped learning con realidad aumentada en la educación sanitaria escolar. *Journal of Sport and Health Research, 12*(1), 64-79. http://hdl.handle.net/10481/58938

López-Martínez, F. (2024). La geología, ¿una ciencia suficientemente valorada en educación secundaria? *Revista de la Sociedad Geológica de España, 37*(2), 3-13. https://doi.org/10.55407/rsge.106797

*Martínez, B., Morales, J.A., Ruiz-Constán, A., Cabrera, M.C., Cambeses, A., Corral, I., Díaz, M., Díez-Canseco, D., Gómez, M., Huerta, P., Jiménez, Á., y Martín, R. (2022). Geolodía 22: de la cercanía de los recorridos de campo a la universalidad de las actividades virtuales. En L.M. Nieto, M.I. Abad, y J. Jiménez (Eds.), *XXI Simposio sobre enseñanza de la geología Guadix 2022: libro de actas*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

*Martínez-Comesaña, M., Rigueira-Díaz, X., Larrañaga-Janeiro, A., Martínez-Torres, J., Ocarranza-Prado, I., y Kreibel, D. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en los métodos de evaluación en la educación primaria y secundaria: revisión sistemática de la literatura. *Revista de Psicodidáctica, 28*(2), 93-103. https://doi.org/10.1016/j.psicod.2023.06.001

*Miguel-Revilla, D. (2020). Rendimiento académico y tecnología: evolución del debate en las últimas décadas. *Cadernos de Pesquisa, São Paulo*, *50*(178), 1122-1137. https://doi.org/10.1590/198053147144

*Ortiz, J.E., Sánchez-Palencia, Y., y Torres, T. (2018). Innovación educativa en la enseñanza de la geología mediante nuevas tecnologías. *Innovación Educativa en Edificación, 2*(1), 97-108. https://doi.org/10.20868/abe.2018.1.3696

Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S.,... Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, *74*(9), 790-799. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016

Palacios, F.J.P, Rosúa, F.J.C, Yeguas, M.A.G, y Vílchez, M.M.V (2021). Los volcanes: algunas perspectivas para un conocimiento científico y didáctico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 18*(3), 1-23. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3105

*Ramírez-Ramírez, L.N., Claudio-Martínez, C., y Ramírez-Arias, V. (2020). Usabilidad de las TIC en la Enseñanza Secundaria: Investigación-Acción con Docentes y Estudiantes de México. *Revista Científica Hallazgos21, 5*(1), 85-101. https://doi.org/10.69890/hallazgos21.v5i1.401

*Rehman, Z. U. (2023). Tendencias y desafíos del aprendizaje mejorado por tecnología en la educación en ingeniería geotécnica. *Sostenibilidad*, *15*(10), 7972. https://doi.org/10.3390/su15107972

Sarker, I.H. (2022). AI-Based Modeling: Techniques, Applications and Research Issues Towards Automation, Intelligent and Smart Systems. *SN Computer Science, 3*(158), 1-20. https://doi.org/10.1007/s42979-022-01043-x

*Torres, C.I. (2017). La implicación de las TIC en la educación: Alcances, Limitaciones y Prospectiva. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 8*(15). https://doi.org/10.23913/ride.v8i15.324