VOLUMEN 48
XXXI Verano De la Ciencia
ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

Exploración del uso de estrategias recomendadas basadas en inteligencia artificial para el aprendizaje de las ciencias experimentales en estudiantes de la ENMS de salamanca

Exploration of the Use of Recommended Artificial Intelligence-Based Strategies for Learning Experimental Sciences among Students at ENMS Salamanca

Alejandra Aguilar Hernández [1], Jesús Uriel Gómez Perales[2], Juan Tinoco Villagómez,[4].
[1]Colegio del Nivel Medio Superior, Escuela de Nivel Medio Superior de Salamanca, Universidad de Guanajuato, Salamanca, Guanajuato, México. [2] aaguilarhernandez@ugto.mx, [3] ju.gomezperales@ugto.mx, [4] jtinoco@ugto.mx.

Resumen

La inteligencia artificial se ha incorporado progresivamente a los procesos educativos mediante herramientas capaces de apoyar la personalización del aprendizaje, la retroalimentación, la generación de materiales, la resolución de dudas y la organización del estudio (Holmes et al., 2019; Luckin et al., 2016; Zawacki-Richter et al., 2019). En particular, la inteligencia artificial generativa ofrece posibilidades para ampliar los recursos de aprendizaje, pero también plantea riesgos relacionados con la veracidad de la información, la privacidad, la dependencia tecnológica y la integridad académica (Kasneci et al., 2023; UNESCO, 2023).

En las ciencias experimentales, el aprendizaje requiere comprender conceptos, interpretar fenómenos, analizar datos, construir explicaciones y relacionar la teoría con la práctica. Estos procesos son congruentes con las orientaciones contemporáneas de la educación científica, que destacan la importancia de las prácticas científicas, la modelación, el análisis de evidencias y la explicación de fenómenos naturales (National Research Council, 2012). Asimismo, la investigación sobre el aprendizaje destaca el valor de la retroalimentación, la autorregulación y la participación activa del estudiantado (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2018).

El presente proyecto tuvo como propósito explorar las estrategias basadas en inteligencia artificial utilizadas por estudiantes de la ENMS de Salamanca para aprender ciencias experimentales, con el fin de identificar su grado de coincidencia con las estrategias recomendadas en la literatura especializada. El estudio se desarrolló con un enfoque cuantitativo, un alcance descriptivo y un carácter exploratorio. Se aplicó un cuestionario estructurado con reactivos tipo Likert a estudiantes que cursaban o habían cursado asignaturas del área de ciencias experimentales. Los datos se analizaron mediante frecuencias y porcentajes. Los resultados mostraron un uso generalizado de la inteligencia artificial, principalmente para comprender conceptos, resolver problemas, recibir retroalimentación y preparar evaluaciones. También se identificó una menor utilización de simuladores, laboratorios virtuales y herramientas para analizar datos experimentales. En conjunto, las prácticas reportadas coincidieron parcialmente con las recomendaciones de la literatura y permitieron formular orientaciones para promover un uso crítico, ético y pedagógicamente adecuado de la inteligencia artificial.

Palabras clave: Inteligencia artificial; ciencias experimentales; estrategias de aprendizaje; educación media superior; uso responsable de la tecnología.

Introducción

La inteligencia artificial ha adquirido relevancia en el ámbito educativo porque permite desarrollar sistemas y herramientas orientados a apoyar procesos de enseñanza, aprendizaje, evaluación, personalización y retroalimentación (Holmes et al., 2019; Luckin et al., 2016; Zawacki-Richter et al., 2019). En los últimos años, la inteligencia artificial generativa ha ampliado estas posibilidades mediante plataformas capaces de producir textos, explicaciones, ejemplos, resúmenes, cuestionarios y respuestas a partir de instrucciones formuladas por el usuario (Kasneci et al., 2023; UNESCO, 2023).

ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

No obstante, el valor educativo de la inteligencia artificial no depende únicamente del acceso a la herramienta, sino de la manera en que se utiliza. La literatura sobre inteligencia artificial en educación señala que estas tecnologías pueden apoyar la personalización, la retroalimentación y el aprendizaje autónomo, pero también pueden generar riesgos si se emplean sin verificar la información, sin criterios éticos o como sustitutas del razonamiento del estudiante (Crompton & Burke, 2023; UNESCO, 2021, 2023).

En el área de las ciencia experimentales, el uso de inteligencia artificial resulta especialmente relevante porque asignaturas como Química, Física, Biología, Anatomía y Fisiología, Ondas y Óptica, Electromagnetismo, Estequiometría y Microbiología requieren que los estudiantes comprendan conceptos, interpreten fenómenos, analicen evidencias y relacionen la teoría con la práctica. La educación científica contemporánea plantea que el aprendizaje de las ciencias no debe limitarse a memorizar información, sino que debe favorecer practicas como formular preguntas, construir explicaciones, analizar datos, usar modelos y argumentar con base en evidencias (National Research Council, 2012).

Desde esta perspectiva, la inteligencia artificial puede apoyar el aprendizaje de las ciencias experimentales cuando se usa para comprender procedimientos, solicitar explicaciones paso a paso, generar ejemplos y analogías, revisar errores, elaborar preguntas de práctica, analizar datos, usar simuladores o contrastar información con fuentes confiables. Las simulaciones interactivas, por ejemplo, han sido estudiadas como recursos que permiten representar fenómenos difíciles de observar directamente y favorecer la exploración conceptual en ciencias, especialmente en física (Perkins et al, 2006; PhET interactive Simulations, s. f.).

Sin embargo, también existe el riesgo de que los estudiantes utilicen la inteligencia artificial solo para obtener respuestas rápidas, copiar información o resolver tareas sin comprender los procesos. Por ello, resulta necesario conocer no solo qué herramientas utilizan, sino qué estrategias aplican y en qué medida esas estrategias coinciden con las recomendaciones pedagógicas orientadas a un aprendizaje crítico, autónomo y responsable.

En la ENMS de Salamanca no se cuenta con información suficiente sobre las estrategias de inteligencia artificial que utilizan los estudiantes para aprender ciencias experimentales. Esta carencia limita la posibilidad de orientar el uso académico de dichas herramientas. Por ello, el presente proyecto busca explorar las estrategias utilizadas por los estudiantes y compararlas con las estrategias recomendadas por la literatura especializada.

Justificación

La incorporación de la inteligencia artificial en la educación representa una oportunidad para enriquecer los procesos de aprendizaje, siempre que su uso esté orientado pedagógicamente. Diversas revisiones han identificado aplicaciones educativas de la IA relacionadas con sistemas de tutoría inteligente, aprendizaje adaptativo, evaluación automatizada, retroalimentación y apoyo al aprendizaje personalizado (Crompton & Burke, 2023; Zawacki-Ritcher et al., 2019). Sin embargo, estos mismos avances exigen desarrollar criterios para su uso responsable, debido a los riesgos de dependencia, desinformación, plagio, sesgo y pérdida de autonomía intelectual (Kasneci et al., 2023; UNESCO, 2021, 2023).

En las ciencias experimentales, la pertinencia de estudiar el uso de IA es mayor porque el aprendizaje científico requiere procesos de comprensión, análisis y aplicación. De acuerdo con el National Research Council (2012) aprender ciencias implica participar en prácticas como formular preguntas, desarrollar modelos, planear investigaciones, analizar datos, construir explicaciones y argumentar con evidencias. Por ello, la inteligencia artificial puede ser útil si se emplea para apoyar estos procesos, no únicamente para entregar respuestas terminadas.

El presente proyecto es pedagógicamente relevante porque permitirá identificar si los estudiantes utilizan la inteligencia artificial como apoyo para comprender conceptos, revisar procedimientos, estudiar de manera autónoma, generar preguntas, analizar errores o explorar fenómenos mediante simuladores. Estas estrategias se relacionan con principios del aprendizaje activo, la retroalimentación y la autorregulación, aspectos destacados por la investigación sobre como aprenden las personas (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2018).

Desde el punto de vista institucional, la investigación aportará información útil para la ENMS de Salamanca, ya que permitirá conocer tendencias reales de uso de la IA entre estudiantes que cursan asignaturas del área

de ciencias experimentales. Esta información puede servir como base para diseñar orientaciones docentes, recomendaciones de uso académico y actividades que promuevan una integración más crítica y ética de la tecnología.

Desde el punto de vista formativo, el proyecto también resulta pertinente porque involucra a estudiantes de nivel medio superior en una investigación relacionada con una problemática actual. Además, favorece la reflexión sobre el uso responsable de herramientas digitales en un contexto donde la IA generativa plantea nuevas preguntas sobre autoría, aprendizaje, verificación de información y honestidad académica (UNESCO, 2023).

Planteamiento del problema

El uso de herramientas de inteligencia artificial se ha vuelto cada vez más común en contexto educativos. Estas herramientas pueden apoyar a los estudiantes mediante explicaciones, generación de materiales, retroalimentación, resolución de dudas; personalización de actividades y organización del estudio (Holmes et al., 2019; Luckin et al., 2016; Zawacki- Richter et al, 2019). Sin embargo, la literatura también advierte que la IA puede producir información incorrecta, respuestas no verificadas, dependencia excesiva o practicas contrarias a la integridad académica si se utiliza sin criterios formativos (Kasneci et al., 2023; UNESCO, 2023).

En las ciencias experimentales, esta situación adquiere especial importancia. El aprendizaje de estas asignaturas exige comprender fenómenos, interpretar datos, resolver problemas y construir explicaciones fundamentadas. La educación científica actual destaca que el estudiantado debe desarrollar prácticas de indagación, modelación, análisis de evidencias y argumentación científica (National Research Council, 2012). Por tanto, el uso de IA tendrá mayor valor educativo si apoya esos procesos y no si se limita a entregar respuestas rápidas. En la ENMS de Salamanca se desconoce con precisión que estrategias de IA utilizan los estudiantes para aprender ciencias experimentales. Tampoco se cuenta con información suficiente sobre si esas estrategias coinciden con recomendaciones pedagógicas reportadas en la literatura, como solicitar explicaciones paso a paso, generar ejemplos, revisar errores, usar simuladores, elaborar preguntas de autoevaluación, verificar información y emplear la IA como apoyo para el aprendizaje autónomo.

Esta falta de información dificulta orientar a los estudiantes hacia un uso más crítico, ético y pedagógicamente adecuado de la inteligencia artificial. Por ello, se requiere un estudio descriptivo y exploratorio que permita identificar las herramientas y estrategias utilizadas por los estudiantes, así como comparar dichas estrategias con aquellas recomendadas por la literatura especializada. El proyecto no pretende demostrar efectos de la IA sobre el rendimiento académico, sino describir prácticas de uso y generar recomendaciones para mejorar su integración en el aprendizaje de las ciencias experimentales

Preguntas de investigación

Pregunta central

¿Qué estrategias basadas en inteligencia artificial utilizan los estudiantes de la ENMS de Salamanca para el aprendizaje de las ciencias experimentales y en que medida coinciden con las estrategias recomendadas por la literatura especializada?

Preguntas secundarias

1. ¿Qué herramientas de inteligencia artificial utilizan con mayor frecuencia los estudiantes para apoyar su aprendizaje en ciencias experimentales?
2. ¿Qué estrategias de aprendizaje apoyadas en inteligencia artificial emplean los estudiantes con mayor frecuencia?
3. ¿Qué estrategias recomienda la literatura especializada para el aprendizaje de las ciencias experimentales con apoyo de inteligencia artificial?
4. ¿Qué coincidencias y diferencias existen entre las estrategias utilizadas por los estudiantes y las estrategias recomendadas por la literatura?

Objetivos

Objetivo general

Explorar las estrategias basadas en inteligencia artificial que utilizan los estudiantes de la ENMS de Salamanca para el aprendizaje de las ciencias experimentales, con el fin de identificar su nivel de coincidencia con las estrategias recomendadas por la literatura especializada y proponer orientaciones para su uso critico, ético y pedagógicamente adecuado.

Objetivos específicos

1. Identificar, mediante revisión documental, estrategias recomendadas para el uso de inteligencia artificial en el aprendizaje de las ciencias experimentales.
2. Identificar la frecuencia general de uso de la inteligencia artificial por los estudiantes de la ENMS de Salamanca para apoyar su aprendizaje en asignaturas del área de ciencias experimentales.
3. Describir las estrategias de uso de inteligencia artificial empleadas por los estudiantes, considerando finalidades como comprensión conceptual, resolución de problemas, generación de materiales de estudio, retroalimentación, uso de simuladores, análisis de información y aprendizaje autónomo.
4. Comparar las estrategias reportadas por los estudiantes con las estrategias recomendadas en la literatura especializada.
5. Proponer recomendaciones para favorecer un uso responsable, crítico y pedagógicamente adecuado de la inteligencia artificial en el aprendizaje de las ciencias experimentales.

Hipótesis

Las estrategias basadas en inteligencia artificial utilizadas por los estudiantes de la ENMS de Salamanca para el aprendizaje de las ciencias experimentales coinciden parcialmente con las estrategias recomendadas por la literatura especializada, ya que se espera que su uso se orienta con frecuencia a resolver dudas, elaborar tareas y obtener explicaciones rápidas, mientras que las estrategias recomendadas enfatizan además la verificación de información, la reflexión crítica, la retroalimentación, la experimentación virtual, el análisis de errores y el aprendizaje autónomo.

Desarrollo de trabajo

Marco teórico

La inteligencia artificial en la educación se refiere al uso de sistemas capaces de apoyar procesos como la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación, la personalización, la retroalimentación y la toma de decisiones educativas (Holmes et al., 2019; Luckin et al., 2016). Las revisiones sobre este campo han identificado aplicaciones como los sistemas de tutoría inteligente, las plataformas adaptativas, la evaluación automatizada, el análisis del aprendizaje y la orientación personalizada a los estudiantes (Crompton & Burke, 2023; Zawacki-Richter et al., 2019).

En el contexto escolar, estas herramientas pueden apoyar al estudiantado mediante explicaciones, ejemplos, ejercicios de práctica, recursos para la organización del estudio y retroalimentación. Sin embargo, su valor educativo depende de la manera en que se integren pedagógicamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La IA no debe sustituir el razonamiento del estudiantado ni el acompañamiento docente; debe funcionar como un recurso para fortalecer la comprensión, la reflexión y la autonomía académica (Holmes et al., 2019; UNESCO, 2021).

La inteligencia artificial generativa, utilizada mediante asistentes conversacionales, introduce nuevas posibilidades para el aprendizaje porque puede producir explicaciones, resúmenes, preguntas, ejemplos y retroalimentación a partir de instrucciones del usuario. No obstante, también presenta riesgos: puede generar información incorrecta, respuestas incompletas, contenidos sesgados o textos que los estudiantes podrían

ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

utilizar sin una reflexión propia (Kasneci et al., 2023; UNESCO, 2023). Por esta razón, su uso educativo requiere verificar la información, respetar la integridad académica y aplicar el pensamiento crítico.

Aprendizaje de las ciencias experimentales

Las ciencias experimentales se caracterizan por el estudio de fenómenos naturales mediante observación, medición, modelación, experimentación, análisis de datos y construcción de explicaciones. En el nivel medio superior, este campo incluye asignaturas como Química, Física, Biología, Anatomía y Fisiología, Ondas y Óptica, Estequiometria, Electromagnetismo, Experimentación química, Experimentación en ingenierías e Introducción a la microbiología.

El aprendizaje de estas asignaturas requiere algo más que recordar conceptos. De acuerdo con el National Research Council (2012), la educación científica debe promover prácticas como formular preguntas, desarrollar y usar modelos, planear investigaciones, analizar datos, emplear las matemáticas, construir explicaciones y argumentar con base en evidencias. Por ello, una estrategia de aprendizaje en ciencias debe favorecer la comprensión de procesos, la interpretación de información y la aplicación de conocimientos.

La investigación sobre el aprendizaje también señala que los estudiantes aprenden mejor cuando relacionan conocimientos nuevos con saberes previos, reciben retroalimentación, participan activamente en la clase y desarrollan habilidades de autorregulación (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2018). En este sentido, la inteligencia artificial puede apoyar el aprendizaje de las ciencias si se utiliza para revisar conceptos, explorar ejemplos, practicar procedimientos, identificar errores y reflexionar sobre las propias respuestas.

Con base en la literatura revisada, las estrategias recomendadas para utilizar la IA en el aprendizaje de las ciencias experimentales pueden organizarse en las siguientes categorías:

1. Explicación paso a paso de conceptos y procedimientos.

   Los asistentes inteligentes pueden apoyar la comprensión cuando el estudiante solicita explicaciones razonadas, procedimientos desglosados y aclaraciones conceptuales. Esta estrategia se relaciona con el potencial de la IA para ofrecer tutoría, retroalimentación y apoyo personalizado (Holmes et al., 2019; Kasneci et al., 2023; Zawacki-Richter et al., 2019).

2. Generación de ejemplos, analogías y representaciones.

   La IA puede ayudar a comprender conceptos abstractos mediante ejemplos cotidianos, analogías y distintas formas de explicación. Esta posibilidad es especialmente útil en ciencias experimentales, donde muchos fenómenos requieren conectar modelos teóricos con situaciones observables (National Research Council, 2012; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2018).

3. Retroalimentación y revisión de errores.

   Una estrategia formativa consiste en pedir a la IA que revise una respuesta elaborada por el propio estudiante, identifique errores y sugiera mejoras. Esta practica se relaciona con el uso de la IA para la retroalimentación, la evaluación formativa y el apoyo al aprendizaje autónomo (Crompton & Burke, 2023; Zawacki-Ritcher et al., 2019).

4. Elaboración de preguntas de práctica y autoevaluación.

   La IA puede genera cuestionarios, preguntas conceptuales y ejercicios de práctica. Esta estrategia puede favorecer la autorregulación del aprendizaje, siempre que el estudiante use las preguntas para identificar dudas y revisar sus propios avances (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2018).

5. Uso de simuladores y laboratorios virtuales.

   Las simulaciones interactivas y los laboratorios virtuales permiten observar fenómenos, modificar variables, reproducir procedimientos experimentales y explorar relaciones de causa y efecto en entornos digitales. En ciencias experimentales, estos recursos pueden apoyar la comprensión de fenómenos difíciles de observar directamente, especialmente cuando se integran con preguntas, predicciones y análisis posterior (Perkins et al., 2006; PhET Interactive Simulations, s. f.).

6. Análisis e interpretación de los datos.

   La IA puede apoyar la organización de tablas, la identificación de tendencias, la generación de gráficas y la interpretación inicial de los datos experimentales. Esta estrategia se vincula con las prácticas científicas de analizar e interpretar los datos, así como con el uso de herramientas digitales para apoyar el razonamiento científico (National Research Council, 2012).

7. Organización de materiales de estudio.

   Los estudiantes pueden utilizar la IA para elaborar resúmenes, esquemas, mapas conceptuales, planes personales de estudio y guías de repaso. Esta estrategia puede favorecer la organización de la información y la planificación del estudio, pero debe complementarse con la lectura crítica y la revisión de fuentes confiables (Holmes et al., 2019; UNESCO, 2023).

8. Verificación de la información y contraste de las fuentes.

   Debido a que la IA generativa puede producir respuestas incorrectas o no verificadas, una estrategia esencial consiste en contrastar la información con apuntes, libros, explicaciones docentes y fuentes confiables. Esta recomendación es central en los documentos de la UNESCO sobre la IA y la educación, que enfatizan la necesidad de uno uso crítico, ético y centrado en el ser humano (UNESCO, 2021, 2023).

9. Uso ético y reconocimiento del uso de la IA

   El uso responsable de la IA implica evitar el plagio, no entregar respuestas generadas automáticamente como si fueran de autoría propia, proteger datos personales y reconocer cuándo se utilizó una herramienta de IA como apoyo. Esta dimensión ética es indispensable para integrar la IA en contextos educativos sin afectar la integridad académica (Kasneci et al., 2023; UNESCO, 2023).

Relación entre las estrategias recomendadas, el uso real del estudiantado y el aprendizaje de las ciencias experimentales

El núcleo de este proyecto consiste en comparar dos dimensiones: por un lado, las estrategias recomendadas por la literatura y, por otro, las estrategias que los estudiantes reportan que utilizan en su vida académica. Esta comparación permitirá identificar las coincidencias y las diferencias entre el uso real y el uso pedagógicamente deseable.

Si los estudiantes utilizan la IA principalmente para obtener respuestas rápidas, elaborar tareas o resumir información, el uso puede considerarse limitado. En cambio, si la emplean para comprender los procedimientos, revisar los errores, generar preguntas, usar simuladores, interpretar los datos y contrastar las fuentes, su uso se aproxima más a las estrategias recomendadas para aprender las ciencias experimentales.

Esta comparación no permitirá afirmar que la IA mejora el aprendizaje o eleva el rendimiento académico, porque el diseño del proyecto no es experimental. Sin embargo, sí permitirá describir tendencias de uso y generar recomendaciones para orientar hacia una integración más crítica, ética y formativa de la inteligencia artificial en el aprendizaje de las ciencias experimentales.

Metodología

Enfoque de la investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que se recopilaron datos medibles mediante una encuesta estructurada. Este enfoque permitió identificar frecuencias, porcentajes y promedios relacionados con el uso de herramientas y estrategias de inteligencia artificial por parte de los estudiantes.

Tipo y alcance del estudio

El estudio fue descriptivo y exploratorio. Fue descriptivo porque buscó caracterizar qué herramientas y estrategias de IA utilizaron los estudiantes. Fue exploratorio porque en la ENMS de Salamanca aún no se

contaba con información sistematizada sobre el uso de la IA para el aprendizaje de las ciencias experimentales.

El proyecto no pretendió evaluar efectos causales de la IA sobre el rendimiento académico ni demostrar mejoras en el aprendizaje. Su finalidad fue describir prácticas de uso y analizar su coincidencia con las estrategias recomendadas por la literatura.

Población y muestra

La población del estudio estuvo conformada por aproximadamente 2,300 estudiantes de la ENMS de Salamanca que cursan o han cursado asignaturas del área de ciencias experimentales. La muestra no fue probabilística por conveniencia, debido a que la participación estuvo condicionada por la disponibilidad de los estudiantes y por la aplicación de la encuesta durante el periodo vacacional.

Se obtuvieron 132 respuestas válidas, cantidad considerada adecuada para los fines descriptivos y exploratorios del proyecto. Este número permite identificar tendencias generales de uso, comparar las dimensiones del cuestionario y reconocer coincidencias entre las estrategias utilizadas por los estudiantes y las recomendadas en la literatura.

Como referencia técnica, bajo el supuesto de un muestreo aleatorio simple, una población de 2,300 estudiantes, un nivel de confianza del 95 %, un valor $z = 1{,}96$, una proporción esperada conservadora de $p = 0{,}5$ y una corrección por población finita, las 132 respuestas equivaldrían aproximadamente a un margen de error de ±8,3 %. Este valor se considera razonable exclusivamente como referencia para la planeación de un estudio exploratorio orientado a identificar tendencias y no a realizar inferencias estadísticas precisas sobre toda la población.

En consecuencia, debido a que la muestra no fue probabilística, los resultados no se consideran estadísticamente representativos de toda la población estudiantil, sino indicativos de las tendencias observadas en el grupo participante. Esta decisión es congruente con Hernández Sampieri et al. (2014), quienes señalan que, en las muestras no probabilísticas, la selección de los participantes no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación y de los propósitos del estudio (p. 176).

Técnica e instrumento de recolección de datos

La técnica de recolección de datos fue la encuesta. Se utilizó un cuestionario estructurado de tipo Likert, construido a partir de las categorías identificadas en el marco teórico y organizado en dimensiones relacionadas con el uso de inteligencia artificial para el aprendizaje de las ciencias experimentales. El instrumento incluyó las siguientes dimensiones:

1. Uso académico general de IA.
2. Comprensión conceptual.
3. Resolución de problemas.
4. Retroalimentación y revisión de errores.
5. Autoevaluación y organización del estudio.
6. Simuladores, laboratorios virtuales y recursos visuales.
7. Análisis e interpretación de datos.
8. Verificación y pensamiento crítico.
9. Uso ético y responsable de la IA.

Las respuestas de los reactivos de tipo Likert se organizaron en una escala de frecuencia de cinco niveles: nunca, casi nunca, algunas veces, casi siempre y siempre. Además, el cuestionario incluyó preguntas generales para caracterizar a los participantes y una pregunta complementaria de opción múltiple sobre las principales dificultades o riesgos percibidos en el uso de la inteligencia artificial para el aprendizaje de la Física, Química, Biología y otras materias de las ciencias experimentales.

Antes de su aplicación definitiva, el cuestionario fue sometido a un proceso de validación mediante juicio de tres expertos, con el propósito de valorar la claridad, pertinencia y congruencia de los reactivos respecto a los objetivos de investigación y a las dimensiones definidas en el marco teórico. Este procedimiento se orientó a fortalecer la validez de contenido del instrumento, entendida como el grado en que un instrumento representa adecuadamente el dominio de contenido de la variable que pretende medir (Hernández Sampieri et al., 2014, pp. 201-202), así como la validez de expertos, asociada con la revisión del instrumento por voces

calificadas en el tema (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 204). Las observaciones recibidas fueron analizadas críticamente y se incorporaron aquellas consideradas relevantes y valiosas para los propósitos del proyecto, lo que permitió realizar ajustes de redacción, precisión conceptual y organización del cuestionario. Posteriormente, se llevó a cabo un pilotaje con cinco estudiantes, con el fin de verificar la comprensión de los reactivos, la funcionalidad de la escala de respuesta y el tiempo aproximado de contestación, en congruencia con la prueba piloto como una fase del proceso de construcción del instrumento (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 197). A partir del análisis de las observaciones derivadas del pilotaje, se realizaron modificaciones finales antes de aplicar la encuesta a la muestra participante.

Procedimiento

El proyecto se desarrolló en las siguientes etapas:

1. Revisión documental para identificar estrategias recomendadas para el uso de la inteligencia artificial en el aprendizaje de las ciencias experimentales.
2. Definición de las categorías de análisis con base en las estrategias identificadas en la literatura especializada.
3. Determinación de la población de estudio, conformada por estudiantes de la ENMS de Salamanca que cursaban o habían cursado asignaturas del área de ciencias experimentales.
4. Conformación de una muestra no probabilística por conveniencia, de acuerdo con la disponibilidad de los estudiantes, su acceso al formulario y las condiciones de aplicación virtual de la encuesta.
5. Diseño del cuestionario con base en las categorías de análisis y en los objetivos de la investigación.
6. Validación del instrumento mediante el juicio de tres expertos, quienes valoraron la claridad, pertinencia y congruencia de los reactivos.
7. Análisis de las observaciones emitidas por los expertos e incorporación de los ajustes pertinentes para mejorar la redacción, la precisión conceptual y la organización del cuestionario.
8. Pilotaje del instrumento con cinco estudiantes para verificar la comprensión de los reactivos, la funcionalidad de las escalas de respuesta y el tiempo aproximado de contestación.
9. Análisis de las observaciones derivadas del pilotaje y realización de las modificaciones finales al cuestionario.
10. Aplicación virtual de la encuesta a los estudiantes participantes de la ENMS de Salamanca mediante Google Forms.
11. Descarga de las respuestas obtenidas mediante Google Forms, revisión de la integridad de los registros y preparación de la base de datos para su análisis.
12. Análisis descriptivo de los datos mediante frecuencias y porcentajes.
13. Comparación entre las estrategias de inteligencia artificial reportadas por los estudiantes y las estrategias recomendadas en la literatura especializada.
14. Elaboración de conclusiones y recomendaciones para favorecer un uso responsable, crítico y pedagógicamente adecuado de la inteligencia artificial en el aprendizaje de las ciencias experimentales.

Análisis de datos

La base de datos original y la base depurada no presentan diferencias sustanciales. Google Forms generó registros completos y estandarizados mediante preguntas obligatorias y opciones de respuesta predeterminadas; por ello, la depuración se concentró en verificar la consistencia de los datos e identificar respuestas atípicas, sin alterar el sentido de las respuestas de los participantes.

Los datos obtenidos mediante la encuesta se analizaron por medio de estadística descriptiva. Se calcularon frecuencias y porcentajes para identificar las principales tendencias en el uso de herramientas y estrategias de inteligencia artificial por parte de los estudiantes.

Para evaluar las nueve dimensiones del cuestionario, se analizaron de manera conjunta las respuestas de los ítems que integraron cada dimensión. Las opciones «Nunca» y «Casi nunca» se agruparon como baja utilización; «Algunas veces», como utilización intermedia; y «Casi siempre» y «Siempre», como alta utilización de las estrategias evaluadas. Para cada dimensión, se sumaron las frecuencias de las opciones agrupadas y se calcularon sus porcentajes respecto del total de respuestas registradas en los ítems correspondientes.

Posteriormente, las estrategias reportadas por los participantes se contrastaron con las estrategias recomendadas en la literatura especializada. Esta comparación permitió identificar coincidencias, diferencias y áreas de menor utilización, sin pretender establecer relaciones causales ni generalizar estadísticamente los resultados a toda la población estudiantil.

Consideraciones éticas

La participación de los estudiantes fue voluntaria y anónima. No se solicitaron datos personales sensibles ni información que permitiera identificar a los participantes. Los resultados se utilizaron únicamente con fines académicos y de investigación escolar.

Además, se explicó a los participantes que el propósito del estudio era conocer las tendencias generales de uso de la inteligencia artificial, no evaluar su desempeño individual ni sancionar prácticas particulares. Estas medidas son coherentes con las recomendaciones sobre el uso responsable de la IA, la protección de datos y la integridad académica en contextos educativos (UNESCO, 2021, 2023).

Resultados y discusión

La encuesta fue respondida por estudiantes de distintos semestres de la ENMS de Salamanca, predominando la participación de estudiantes de 4.° semestre (37.9 %), seguidos por 2.° semestre (30.3 %) y 6.° semestre (18.9 %). Esta distribución permitió obtener información de estudiantes con diferentes trayectorias académicas y distintos grados de avance en las asignaturas del área de ciencias experimentales.

Uno de los primeros hallazgos fue el uso ampliamente extendido de herramientas de inteligencia artificial entre los participantes. Del total, 126 estudiantes, equivalentes al 95.5 %, señalaron haber utilizado alguna herramienta de inteligencia artificial para apoyar sus actividades escolares, mientras que únicamente 6 estudiantes, correspondientes al 4.5 %, indicaron no haberla utilizado. Este resultado muestra que el uso de herramientas de IA tiene una presencia considerable en las actividades académicas de los estudiantes encuestados.

Respecto a la frecuencia general de uso, la mayoría de los estudiantes indicaron utilizar la inteligencia artificial algunas veces, opción seleccionada por el 58.3 % de los participantes. Por su parte, el 18.2 % manifestó utilizarla casi siempre y el 6.1 % afirmó hacerlo siempre, como se muestra en la Figura 1. En contraste, el 15.2 % señaló utilizarla casi nunca y el 2.3 % indicó no utilizarla. En conjunto, estos resultados muestran que la inteligencia artificial tiene una presencia recurrente en las actividades escolares de una proporción considerable de los estudiantes encuestados, aunque su frecuencia de uso varía entre los participantes.

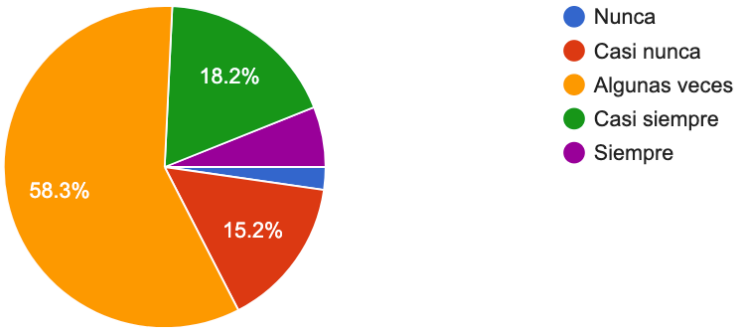

Figura 1. Uso de la IA para trabajos escolares.

Uso académico general de la inteligencia artificial

En relación con el uso específico en las ciencias experimentales, el 50 % de los participantes señaló utilizar inteligencia artificial algunas veces para estudiar asignaturas como Física, Química y Biología, mientras que aproximadamente el 24 % declaró hacerlo casi siempre o siempre. Estos resultados indican que el uso académico general de la IA en las ciencias experimentales se encuentra en un nivel intermedio, pues

predomina la opción «Algunas veces» y la alta utilización todavía corresponde a una proporción menor de participantes.

Uno de los usos más comunes identificados fue la resolución de dudas después de clase. Cerca del 48.5 % de los estudiantes indicó recurrir algunas veces a la IA para aclarar dudas surgidas durante las clases de ciencias, mientras que el 27.3 % señaló hacerlo casi siempre o siempre como se muestra en la Figura 2. Esto muestra que la inteligencia artificial está siendo utilizada como una herramienta de apoyo y tutoría complementaria al trabajo docente.

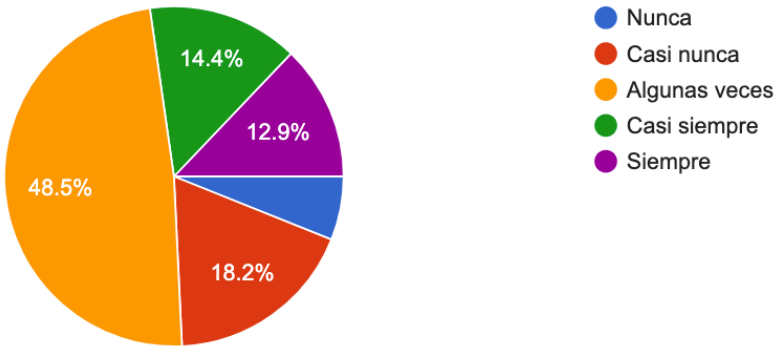

Figura 2. Uso de la IA para resolver dudas que surgen después de clases.

De igual manera, la IA es empleada como recurso de estudio antes de los exámenes. El 37.1 % manifestó utilizarla algunas veces para prepararse antes de una evaluación y el 32.6 % indicó hacerlo casi siempre o siempre, lo que evidencia su utilidad como apoyo para el repaso y organización del aprendizaje mostrado en la Figura 3.

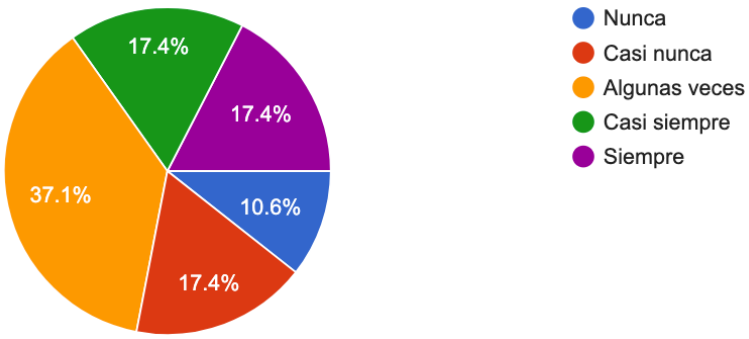

Figura 3. Uso de la IA como apoyo para estudiar para examen.

Uno de los resultados más relevantes del estudio fue que los estudiantes no utilizan la inteligencia artificial únicamente para completar tareas. El 84.1 % reportó emplearla al menos algunas veces con el propósito de comprender mejor los temas y no solamente para obtener respuestas rápidas, lo cual muestra una coincidencia parcial con las estrategias recomendadas en la literatura especializada.

Comprensión conceptual

Dentro de las estrategias de comprensión conceptual, se encontró que:

- El 81.8 % solicita explicaciones de conceptos difíciles al menos algunas veces.
- El 66.7 % pide ejemplos de la vida cotidiana para comprender mejor los fenómenos científicos.
- El 57.6 % solicita analogías o comparaciones.

- El 59.8 % pide explicaciones sobre la relación entre las fórmulas y los fenómenos que representan.

Estos resultados muestran que los estudiantes utilizan la inteligencia artificial como apoyo para comprender conceptos abstractos y complejos. La Figura 4 presenta la distribución correspondiente al uso de la IA para solicitar explicaciones de conceptos difíciles. Los resultados coinciden con las recomendaciones de utilizar la IA para solicitar explicaciones sencillas, ejemplos y analogías que faciliten la comprensión de conceptos abstractos.

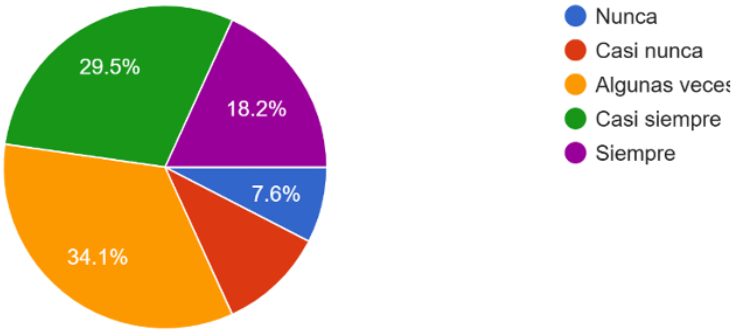

Figura 4. Estudiantes que utilizan la IA para explicar conceptos difíciles.

Resolución de problemas

Respecto a las estrategias relacionadas con la resolución de problemas, se observó una fuerte presencia de prácticas alineadas con las recomendaciones pedagógicas:

- El 72.7 % solicita explicaciones paso a paso para resolver problemas científicos.
- El 77.3 % utiliza la IA para identificar datos, fórmulas y conceptos necesarios para resolver ejercicios.
- El 71.9 % utiliza la inteligencia artificial para comprender el motivo del uso de determinadas fórmulas o procedimientos.
- Destaca especialmente que el 89.4 % indicó que, después de revisar una explicación proporcionada por la IA, intenta resolver por sí mismo un problema similar.

Este último resultado constituye uno de los indicadores más positivos del estudio, pues sugiere disposición para transferir lo aprendido y practicar de manera autónoma. La distribución correspondiente a este último ítem se muestra en la Figura 5. La frecuencia observada coincide con la recomendación de emplear la IA para comprender procedimientos, identificar datos y practicar problemas semejantes de manera autónoma.

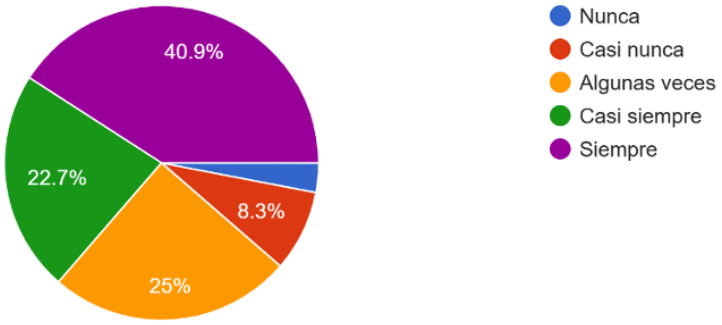

Figura 5. Cantidad de estudiantes que después de usar IA para resolver un problema lo intentan con otros problemas similares.

Retroalimentación y revisión de errores

En cuanto a la retroalimentación y revisión de errores, se identificó que:

- El 79.5 % utiliza la IA para revisar respuestas elaboradas por ellos mismos.

- El 76.5 % solicita ayuda para identificar errores en procedimientos.
- El 80.3 % pide explicaciones sobre por qué una respuesta es incorrecta.
- El 71.9 % compara la retroalimentación obtenida con las explicaciones proporcionadas por sus docentes.

Estos datos sugieren que la inteligencia artificial se utiliza como recurso de retroalimentación formativa y de apoyo para la autorregulación del aprendizaje. La Figura 6 muestra la frecuencia con la que los estudiantes comparan la retroalimentación de la IA con la proporcionada por el docente. Estos resultados coinciden con el uso formativo de la IA para revisar respuestas, identificar errores y recibir explicaciones.

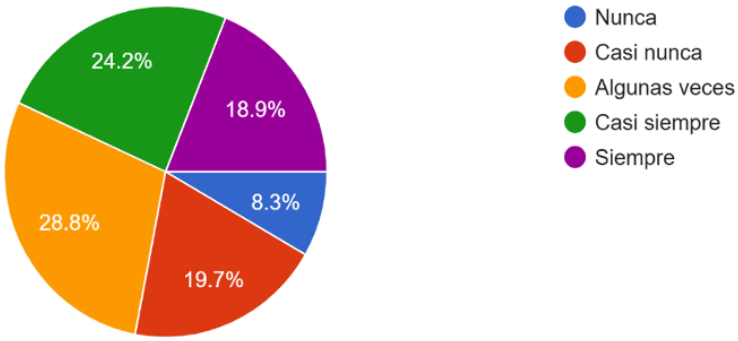

Figura 6. Estudiantes que comparan la retroalimentación de la IA con la del docente.

Autoevaluación y organización del estudio

Respecto a la autoevaluación y generación de materiales de estudio:

- El 71.2 % utiliza IA para generar preguntas de práctica.
- El 73.5 % la utiliza para elaborar cuestionarios de repaso.
- El 79.5 % la emplea para identificar temas que requieren reforzamiento.
- El 65.9 % la utiliza para organizar planes de estudio.

Estos resultados muestran una adopción importante de estrategias asociadas al aprendizaje autónomo y la planificación académica. La Figura 7 presenta los resultados del ítem relacionado con la organización de un plan de estudio. Los resultados coinciden parcialmente con las recomendaciones relacionadas con la autorregulación y la organización del estudio.

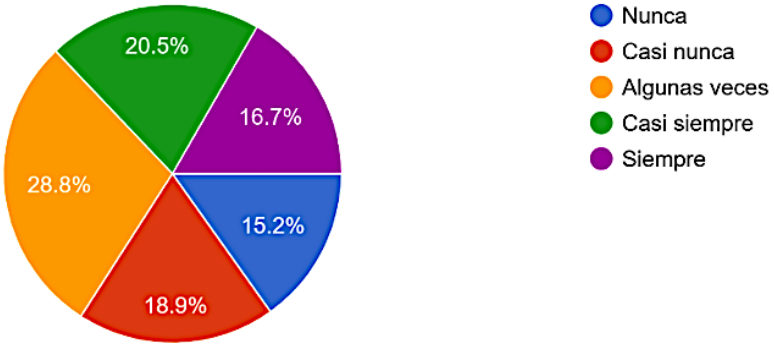

Figura 7. Estudiantes que utilizan la IA para organizar un plan de estudio.

Simuladores, laboratorios virtuales y recursos visuales

El estudio identificó una diferencia importante entre las prácticas reportadas por los estudiantes y las estrategias recomendadas en la literatura sobre experimentación virtual y uso de simuladores.

Los resultados muestran que:

- El 63.6 % utiliza simuladores virtuales nunca o casi nunca.
- El 58.3 % nunca o casi nunca modifica variables para observar cambios en los resultados.
- El 59.1 % utiliza laboratorios virtuales nunca o casi nunca.
- El 46.2 % relaciona algunas veces lo observado en simuladores con los conceptos vistos en clase.

Estos datos indican que el uso de simuladores y laboratorios virtuales constituye una de las estrategias con menor nivel de utilización entre los estudiantes, a pesar de ser una de las estrategias más recomendadas para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales. En esta dimensión se observará una diferencia clara respecto a la literatura, que recomienda utilizar simulaciones para explorar fenómenos y modificar variables.

Análisis e interpretación de datos

En el estudio se observó una situación similar en el análisis e interpretación de datos experimentales:

- El 43.9 % utiliza la IA algunas veces para organizar datos experimentales.
- El 36.4 % la utiliza para elaborar tablas y gráficas.
- El 34.8 % la utiliza para interpretar resultados experimentales.
- El 55.3 % la utiliza para mejorar la redacción de conclusiones en reportes de laboratorio.

Aunque se identificó cierto nivel de uso, estas estrategias presentaron frecuencias menores que las relacionadas con la comprensión conceptual y la resolución de problemas. La Figura 8 muestra los resultados del artículo referido a la interpretación de resultados experimentales. La baja utilización identificada contrasta con la importancia que la educación científica atribuye a la organización, representación e interpretación de datos.

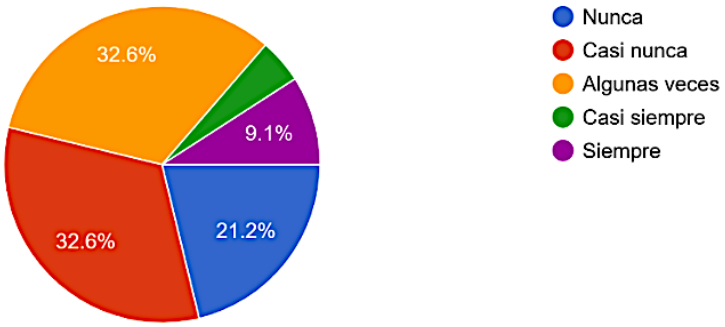

Figura 8. Cantidad de personas que utilizan la IA para interpretar resultados experimentales.

Verificación de información y pensamiento crítico

En relación con la verificación de información y pensamiento crítico, los resultados fueron especialmente favorables:

- El 87.1 % verifica la información en libros, apuntes o fuentes confiables al menos algunas veces.
- El 78.8 % compara las respuestas de la IA con las explicaciones del docente.
- El 90.9 % reconoce que la inteligencia artificial puede cometer errores.
- El 82.6 % evita aceptar automáticamente las respuestas generadas.

Uso ético y responsable de la inteligencia artificial.

Finalmente, en el apartado ético y de uso responsable:

- El 87.1 % utiliza la IA como apoyo para aprender y no únicamente para copiar respuestas.
- El 74.2 % evita entregar trabajos completamente generados por IA como si fueran propios.
- El 90.1 % reconoce el uso de IA cuando el docente lo solicita.
- El 87.9 % evita compartir datos personales en herramientas de inteligencia artificial.

Estas prácticas muestran una coincidencia favorable con las recomendaciones sobre pensamiento crítico,

integridad académica y protección de datos.

Respecto a la principal preocupación asociada al uso de IA, el riesgo más señalado fue la posibilidad de recibir información incorrecta, mencionada por 62 estudiantes (47 %). En segundo lugar, apareció la dependencia excesiva hacia estas herramientas (19.7 %) y posteriormente el riesgo de copiar respuestas sin comprender realmente el contenido (12.1 %). Estos resultados refuerzan la necesidad de promover la verificación de información y un uso autónomo de la IA, evitando que las herramientas sustituyan el razonamiento del estudiante.

A partir de los resultados, se recomienda incorporar actividades guiadas en las que los estudiantes utilicen simuladores y laboratorios virtuales para modificar variables, formular predicciones y relacionar los resultados con los conceptos estudiados. Asimismo, conviene promover el uso de la IA para organizar, representar e interpretar datos experimentales, acompañado de la verificación de información en fuentes confiables, el reconocimiento del uso de estas herramientas y la elaboración personal de conclusiones.

Conclusión

Los resultados obtenidos permiten concluir que los estudiantes de la ENMS Salamanca presentan un alto nivel de adopción de herramientas de inteligencia artificial como apoyo para el aprendizaje de las ciencias experimentales. La mayoría de los estudiantes utiliza la IA principalmente para resolver dudas, comprender conceptos complejos, obtener explicaciones paso a paso, identificar errores y preparar exámenes, lo que demuestra que estas tecnologías ya forman parte de sus estrategias habituales de estudio.

La comparación entre las prácticas reportadas por los estudiantes y las estrategias recomendadas por la literatura especializada evidencia una coincidencia parcial, lo que confirma la hipótesis planteada en el proyecto. Existen coincidencias importantes en aspectos relacionados con la comprensión conceptual, la retroalimentación, la autoevaluación y el aprendizaje autónomo; sin embargo, se identifican diferencias significativas en el uso de simuladores, laboratorios virtuales y herramientas orientadas al análisis de datos experimentales, estrategias consideradas fundamentales dentro de la educación científica contemporánea.

Asimismo, los estudiantes muestran un nivel considerable de pensamiento crítico y responsabilidad en el uso de estas herramientas, ya que reconocen la posibilidad de errores en las respuestas generadas por la IA y manifiestan realizar procesos de verificación y contraste de información con otras fuentes académicas.

En términos generales, la inteligencia artificial no está siendo utilizada únicamente como un mecanismo para obtener respuestas rápidas, sino como un recurso de apoyo para la comprensión y el aprendizaje. No obstante, los resultados sugieren la necesidad de promover orientaciones institucionales y estrategias docentes que favorezcan un uso más profundo y pedagógicamente enriquecedor, especialmente en actividades relacionadas con la experimentación virtual, el análisis de datos y la modelación científica.

Por lo tanto, se concluye que la inteligencia artificial representa una herramienta con un importante potencial para fortalecer el aprendizaje de las ciencias experimentales en la ENMS Salamanca, siempre que su utilización se acompañe de pensamiento crítico, verificación de información, criterios éticos y estrategias pedagógicas adecuadas.

Referencias

Crompton, H., & Burke, D. (2023). *Artificial intelligence in higher education: The state of the field. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20,* Article 22. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). Educación McGraw-Hill.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning.* Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf.

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences, 103,* Article 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education.* Pearson. https://edu.google.com/pdfs/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). *How people learn II: Learners, contexts, and cultures.* The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/24783.

National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas.* The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13165.

Perkins, K. K., Adams, W. K., Dubson, M., Finkelstein, N. D., Reid, S., Wieman, C. E., & LeMaster, R. (2006). PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics. *The Physics Teacher, 44*(1), 18–23. https://doi.org/10.1119/1.2150754.

PhET Interactive Simulations. (s. f.). *Research.* https://phet.colorado.edu/en/research.

UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policymakers.* UNESCO. https://doi.org/10.54675/PCSP7350.

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research.* UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693.

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