

## **Inteligencia artificial y educación: nuevas relaciones en un mundo interconectado**

### *Artificial Intelligence and Education: New Relationships in an Interconnected World*

Manuel Orlando Troncoso-Heredia<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8746-012X>

Yolanda Katiuska Dueñas-Correo<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0009-3603-0483>

Enrique Verdecia-Carballo<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7515-7980>

<sup>1</sup>Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana, Ecuador

<sup>2</sup>Ministerio de Educación, Ecuador

<sup>3</sup>Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Programa Cuba, Universidad de La Habana, Cuba

\* Autor para la correspondencia [orlando\\_troncoso1@yahoo.es](mailto:orlando_troncoso1@yahoo.es)

#### **RESUMEN:**

La inteligencia artificial está acaparando la atención de la comunidad en general y científica en particular, a partir de todas las potencialidades que posee para facilitar ciertos procesos de la vida cotidiana. La educación, específicamente, desde hace varias décadas ha estado experimentando la irrupción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y al mismo tiempo ha sido testigo de su evolución, así como de cuánto puede aportar en la conformación de un proceso educativo mucho más atractivo, motivador y desarrollador. De ahí que el objetivo de este artículo se centre en evaluar cómo la inteligencia artificial ha impactado la enseñanza, el aprendizaje y las áreas de administración y gestión de la educación. Para ello se utilizó un estudio de investigación cualitativa, aprovechando la revisión de 250 textos científicos, entre ellos artículos de revistas, publicaciones profesionales e informes de congresos. Este estudio permitió determinar que, en general, la inteligencia artificial ha tenido un gran impacto en la educación, particularmente en las áreas de administración, instrucción y aprendizaje del sector educativo o dentro del contexto de instituciones de aprendizaje individuales.

**Palabras clave:** inteligencia artificial; aprendizaje; educación; enseñanza.

#### **ABSTRACT:**

*Artificial intelligence is capturing the attention of the community in general and the scientific community in particular, based on all the potential it has to facilitate certain processes of daily life. Education,*

*specifically, for several decades has been experiencing the irruption of Information and Communication Technologies and at the same time has witnessed its evolution, as well as how much it can contribute to the creation of a much more attractive educational process, motivator and developer. Hence, the objective of this article is focused on evaluating how artificial intelligence has impacted teaching, learning and the areas of administration and management of education. For this, a qualitative research study was used, taking advantage of the review of 250 scientific texts, including journal articles, professional publications and conference reports. This study allowed us to determine that, in general, artificial intelligence has had a great impact on education, particularly in the areas of administration, instruction and learning in the education sector or within the context of individual learning institutions.*

**Keywords:** *artificial intelligence; learning; education; teaching.*

Enviado: 20/11/2022

Aprobado: 6/2/2023

## INTRODUCCIÓN

La innovación no significa trabajar para que la sociedad funcione solo con lo que ha sido la norma; a veces, es necesario buscar más allá, desarrollar nuevas formas de hacer las cosas. Por ejemplo, en lugar de hacer que los caballos sean más rápidos, el ser humano construye el automóvil para llevar a una persona del Punto A al Punto B a una velocidad mucho mayor. Estos principios y enfoques han impulsado los rápidos desarrollos tecnológicos experimentados a lo largo de los años, particularmente en el sector de la educación.

En la década de 1950 un profesor universitario llegaba a la clase con todos los trabajos de sus 40 estudiantes bajo el brazo. Un análisis minucioso de su contenido, la gramática y la redacción le hacía tener la sensación de estar frente a un posible plagio de otras fuentes, pero no tenía forma segura de determinar de dónde. Ese mismo profesor, en el 2023, aprovechando las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), entra a su clase sin apenas llevar ningún papel, pero después de haber leído, marcado incidentes de plagio para medidas disciplinarias y calificado trabajos para un número aún mayor de estudiantes. A veces, cuando está fuera del campus, puede llamar o hacer una videoconferencia en la clase y aún puede realizar sus deberes y responsabilidades. La introducción, los avances y la proliferación de las TIC, más en particular, la Inteligencia Artificial (IA), ha facilitado que los docentes desempeñen sus

funciones de manera más eficaz y eficiente. Estas innovaciones tecnológicas también han calado en otros sectores de la academia, fomentando la eficacia y la eficiencia.

Antes de la introducción de las computadoras y otras tecnologías relacionadas, los profesores y estudiantes se dedicaban a la enseñanza y al aprendizaje de forma mecánica o mediante la aplicación pura del esfuerzo humano natural (Buckingham, 2008). El surgimiento de las microcomputadoras y, por extensión, las computadoras personales en la década de 1970, proporcionó más poder de cómputo y marcaron una transición importante hacia las computadoras electrónicas para el mercado masivo (Semken & Vargas, 2021). El desarrollo de las computadoras electrónicas, más específicamente, y la disponibilidad de las mismas para diferentes entidades en varios sectores de la economía, fue precipitado por el desarrollo de las computadoras personales en la década de 1970 (Bianculli, 2021). El desarrollo de las computadoras personales hizo posible que individuos y otras entidades no gubernamentales poseyeran y usaran computadoras por diferentes motivos. Estas transiciones presagieron su proliferación en diferentes sectores de la economía y la sociedad.

Según investigaciones realizadas sobre instrucciones programadas de mediados del siglo XX, diferentes áreas del sector educativo se convirtieron en departamentos dedicados al desarrollo de instrucción y aprendizaje asistido por computadora (Almeida, Febles & Bolaños, 1997). Los avances posteriores en las computadoras y las tecnologías relacionadas con ellas, incluidas las redes, Internet, y el aumento del procesamiento, la computación y otras capacidades, incluidos diferentes programas y paquetes de software que están orientados a tareas, han visto una mayor aplicación de las computadoras, en diferentes formas, en el sector de la educación.

Las TIC han seguido evolucionando a lo largo de los años, lo que ha llevado al desarrollo de la IA, entendida como la capacidad de las máquinas para lidiar y adaptarse a situaciones emergentes, resolver problemas, responder preguntas, diseñar planes y realizar varias otras funciones que requieren cierto nivel de inteligencia inherente a los seres humanos (Rouhiainen, 2018). Otros investigadores la definen como el estudio del comportamiento de la inteligencia en seres humanos, animales y máquinas que se esfuerza por convertir dicho comportamiento en un artefacto, como computadoras y tecnologías relacionadas con la computadora (Ponce et al., 2014). A partir de estas definiciones, es evidente que la inteligencia artificial es la concreción de las innovaciones y el desarrollo de las computadoras, las tecnologías relacionadas con las computadoras, las máquinas y las TIC, lo que otorga a las computadoras la capacidad de realizar funciones similares a las humanas. En línea con la adopción y el uso de nuevas tecnologías en la educación, la inteligencia artificial también se ha aprovechado ampliamente en este sector.

La investigación y el desarrollo de Inteligencia Web (IW) y la inteligencia artificial (IA) se centran en diferentes elementos, incluido el aprendizaje automático para crear inteligencia distribuida y crear un

equilibrio entre la tecnología web y la tecnología de agentes inteligentes, la autoorganización de agentes, el aprendizaje, entre otros aspectos de IW e IA que le permiten adaptarse a su entorno y realizar funciones inteligentes que deben aprovecharse para fomentar mejoras en el sector educativo (Sánchez, 2013).

El uso de la inteligencia artificial en la educación ha tenido un gran impacto, incluida la mejora de la eficiencia, el aprendizaje global, el aprendizaje personalizado, el contenido más inteligente y la mejora de la eficacia y la eficiencia en la administración de la educación, entre otros (Jara & Ochoa, 2020). De ahí que el objetivo de este estudio es evaluar cómo la IA ha impactado la enseñanza, el aprendizaje y las áreas de administración y gestión de la educación.

## DESARROLLO

La mención de la inteligencia artificial trae a la mente una supercomputadora, una computadora con inmensas capacidades de procesamiento, incluido el comportamiento adaptativo, como la inclusión de sensores, que le permiten tener capacidades cognitivas y funcionales similares a las humanas y, de hecho, que mejoran la interacción de las supercomputadoras con los seres humanos (Rouhiainen, 2018). Varios son los ejemplos que su pudieran enumerar en este sentido: la capacidad de gestionar la calidad del aire en un edificio inteligente, las temperaturas y la reproducción de música según el estado de ánimo percibido de los ocupantes del espacio.

En particular, dentro del sector de la educación se ha incrementado la aplicación de la inteligencia artificial, superando su comprensión convencional como una supercomputadora para incluir sistemas informáticos integrados. Por ejemplo, la creación de robots que mejoran la experiencia de aprendizaje del estudiante, desde el nivel más básico y elemental de la enseñanza. Conocido como *cobots*, trabajan junto con maestros en la enseñanza de tareas rutinarias a los niños, incluida la ortografía y la pronunciación, así como se ajustan a las habilidades de los estudiantes (Pape, 2015). De manera similar, la educación en línea y basada en la web ha pasado de simplemente disponer de materiales en línea o en la web para que los estudiantes descarguen, estudien y hagan tareas para aprobar, a incluir materiales inteligentes y adaptables, sistemas que aprenden el comportamiento del instructor y del alumno para enriquecer la experiencia educativa (Restrepo, Jiménez & Branch, 2022). La inteligencia artificial en la educación se ha incorporado a la administración, la enseñanza y el aprendizaje, las que constituyen áreas de interés para este artículo.

## **MÉTODOS**

En consecuencia con lo planteado anteriormente, el presente estudio adoptó un enfoque histórico descriptivo mediante la sistematización y revisión de documentos, entiéndase, investigaciones que abordan el tema desde diferentes aristas, lo que garantiza que el estudio se haya basado en datos empíricos que respaldan la identificación, el análisis, la comprensión y la síntesis de las formas en que la IA ha impactado la educación. Asimismo, se utilizó un diseño de investigación cualitativo con un análisis temático que implicó realizar una crítica exhaustiva de cada fragmento de texto e identificar temas recurrentes, que luego formaron la base para realizar inferencias y arribar a conclusiones.

Una de las estrategias empleadas fue el empleo de las palabras clave y las cadenas de búsqueda que se utilizaron para indagar acerca del tema en cuestión en diferentes bases de datos, incluidos EBSCOhost, ProQuest, Web of Science y Google Scholar. Esto permitió identificar artículos de diferentes revistas que se han centrado en investigar el impacto de la IA en la educación. Las revistas que contienen los artículos se buscaron en Scimago y las revistas con un índice h de 20 y superior fueron incluidas en el estudio. El índice h es una medida a nivel de autor de la productividad científica en términos de publicaciones y citas y, por extensión, de contribución a la ciencia y a las actividades académicas; cuanto mayor sea, mayor reputación tendrá la revista y los autores que publican en ella.

Inicialmente, se seleccionaron un total de 250 artículos, publicados después de 2009, con base en los criterios antes mencionados. Una revisión y análisis adicional de estos artículos, identificando aquellos que se centraron en la naturaleza de la IA y el impacto que tuvo en la educación, junto con el Índice h, redujo el número de artículos para el análisis a 30, un tamaño de muestra que se consideró suficiente. Se dio preferencia a otros estudios que habían adoptado un enfoque cuantitativo para identificar y evaluar el impacto de la IA en la educación y que, al mismo tiempo, cumplieran con los criterios de selección establecidos.

## **RESULTADOS**

La IA está fuertemente asociada convencionalmente con las computadoras. Sin embargo, es evidente, a partir de una revisión de varios artículos, particularmente dentro del contexto del sector de la educación, que, si bien las computadoras pueden haber formado la base del desarrollo de la inteligencia artificial, existe una gravitación que se aleja de la computadora por sí sola, el hardware y software, o el equipo, como inteligencia artificial. Las computadoras integradas, los sensores y otras tecnologías emergentes han facilitado la transferencia de inteligencia artificial a máquinas y otros elementos, como edificios y robots (Marcial & Gomes, 2022).

Según Rouhiainen (2018), varios autores identifican a la IA como un campo de estudio en ciencias de la computación cuyas actividades están dirigidas a resolver diferentes problemas cognitivos comúnmente asociados con la inteligencia humana, como el aprendizaje, la resolución de problemas y el reconocimiento de patrones, y su posterior adaptación. En cambio, otros prefieren verla como una teoría que guía el desarrollo y uso de sistemas informáticos con las capacidades de los seres humanos, más particularmente, la inteligencia y la capacidad de realizar tareas que requieren inteligencia humana, incluida la percepción visual, el reconocimiento del habla, la toma de decisiones y la traducción entre idiomas (Haugeland, 2001; Benítez et al., 2014; Ponce et al., 2014).

En general, la inteligencia artificial, desde diversas posiciones y perspectivas académicas, científicas, tecnológicas y prácticas, abarca el desarrollo de máquinas que tienen cierto nivel de inteligencia, con la capacidad de realizar funciones similares a las humanas, incluidas las cognitivas, el aprendizaje, la toma de decisiones y la adaptación al entorno (García, 2012). Como tal, existen características y principios específicos que resultan clave para la IA: la inteligencia o la capacidad de la máquina para demostrar cierto nivel de inteligencia y realizar una amplia gama de funciones y capacidades que requieren habilidades similares a las humanas.

La IA y el aprendizaje automático se estudian ampliamente para su aplicación en dispositivos móviles, sin embargo, esto requiere una gran capacidad de cómputo para realizar entrenamientos y aprendizajes complejos (Vega, Mora & Badilla, 2020). Con este objetivo se han propuesto algunas plataformas: en 2016, Qualcomm presentó *Snapdragon Neural Processing Engine* para acelerar la ejecución de redes neuronales con sus procesadores GPU, mientras que, en 2018, HiSilicon propuso la plataforma HiAI para ejecutar redes neuronales. Cabe señalar que la API<sup>1</sup> de redes neuronales de Android se diseñó para ejecutar rápidamente modelos de aprendizaje automático en dispositivos móviles (Yáñez, 2017). Esta API aporta mucha utilidad al móvil al reducir la latencia y la complejidad de la red.

Con respecto a la red de aprendizaje relacionada con la IA, SqueezeNet, MobileNet y Shufflenet están bien desarrollados para teléfonos móviles (Pérez, 2022). El desarrollo técnico de la IA en dispositivos móviles lleva la educación móvil a un nivel superior, lo que brinda comodidad al ayudar a los estudiantes en menos tiempo y logra un aprendizaje interactivo y personalizado (Giró & Sancho, 2022). Por ejemplo, la realidad virtual facilita el proceso de aprendizaje más allá del espacio de aprendizaje para crear un aula global, ya que la IA puede conectar a los estudiantes con el aula virtual. Además, los chatbots basados en IA brindan un aprendizaje en línea personalizado y también convierten al instructor en conversaciones de chat. Esta tecnología puede evaluar el nivel de comprensión de los estudiantes.

Por otra parte, la IA se ha asociado con otras técnicas para el análisis del aprendizaje, la recomendación, la comprensión y la adquisición de conocimientos, basadas en el aprendizaje automático, la minería de datos

y el modelo de conocimiento. El sistema educativo de IA generalmente consta de contenidos de enseñanza, datos y algoritmos inteligentes, que se pueden dividir en dos partes, es decir, el modelo del sistema (que incluye los modelos de alumno, de enseñanza y de conocimiento) y las tecnologías inteligentes. El modelo funciona como un núcleo en el sistema de IA, con tecnologías que le proporcionan energía (Haugeland, 2001).

En el sistema de aprendizaje de IA, el modelo de aprendizaje es fundamental para mejorar las capacidades de enseñanza independiente. Se establece en base a los datos de comportamiento de los alumnos generados a partir del proceso de aprendizaje. El pensamiento y la capacidad de los alumnos se analizan para evaluar sus habilidades de aprendizaje. Luego, el análisis del conocimiento se mapea para obtener el dominio del conocimiento de los alumnos. El modelado del alumno establece conexiones entre los resultados del aprendizaje y varios factores, incluidos los materiales, los recursos y los comportamientos de enseñanza (Galipienso et al., 2003).

El modelo de conocimiento establece un mapa de estructura de conocimiento con contenidos de aprendizaje detallados, que generalmente incluyen conocimiento experto, reglas para cometer errores que a menudo tienen los alumnos. Combinando los modelos de campo de conocimiento y del alumno, el modelo de enseñanza determina las reglas para acceder al campo de conocimiento, lo que permite a los docentes adaptar las estrategias y acciones de enseñanza (Galipienso et al., 2003).

A medida que la educación evoluciona, es probable que los alumnos se comporten de manera positiva, tomen medidas o busquen ayuda. El sistema de IA siempre puede estar preparado para ofrecer ayuda a partir de las teorías de enseñanza integradas del modelo de tutoría. La interfaz de usuario explica el desempeño de los alumnos a través de múltiples medios de entrada (voz, escritura y clic) y proporciona resultados (textos, figuras, dibujos animados y agencias). La avanzada interfaz hombre-máquina proporciona funciones relacionadas con la IA, incluida la interacción del lenguaje natural, el reconocimiento de voz y la detección de emociones de los alumnos (Rouhiainen, 2018).

El aprendizaje automático, el análisis de aprendizaje y la minería de datos son tecnologías estrechamente relacionadas para la educación. En la actualidad, dos comunidades han evolucionado en base al análisis de aprendizaje y minería de datos educativos. Se superponen en objetivos y técnicas y se benefician de una variedad de disciplinas, incluido el aprendizaje automático, la minería de datos, la psicometría de las estadísticas y el modelado de datos (Díaz, 2021). El campo de las analíticas de aprendizaje se centra más en los sistemas de gestión de contenidos de aprendizaje y los resultados de pruebas a gran escala. La minería de datos se origina en la comunidad de sistemas de tutoría inteligente, el trabajo en la cognición a muy pequeña escala.

El núcleo del aprendizaje automático es el descubrimiento de conocimiento, el proceso de análisis basado en un conjunto de datos de muestreo conocido como datos de entrenamiento, que genera patrones significativos y un conocimiento estructurado. Por ejemplo, el aprendizaje automático puede ayudar a crear recomendaciones para los estudiantes a medida que seleccionan clases, incluso eligen universidades. Aprovecha los datos de logros, aspiraciones, preferencias de los estudiantes para agrupar instituciones donde puedan desarrollarse mejor. Además, esta tecnología puede ayudar a los profesores a comprender cómo los estudiantes asimilan cada concepto, ajustando el método de enseñanza y ayudándolos a comprender mejor el material del curso (Sandoval, 2018). En particular, para la evaluación de los estudiantes, el reconocimiento de imágenes y la predicción del aprendizaje automático se pueden usar para calificar las tareas y los exámenes, con resultados más rápidos y confiables que los humanos (Contreras, Fuentes & Rodríguez, 2020). Cabe señalar que el aprendizaje profundo, el subcampo del aprendizaje automático, atrae mucha atención. Estas técnicas ampliamente utilizadas incluyen el aprendizaje del árbol de decisiones, la programación lógica inductiva, la agrupación, el aprendizaje por refuerzo y las redes bayesianas. Desde la perspectiva de la técnica, el aprendizaje profundo hace hincapié en representaciones cada vez más significativas a partir del aprendizaje de capas sucesivas. Estas características se extraen a través de modelos llamados redes neuronales estructuradas en capas literales apiladas una encima de la otra (Díaz, 2021).

El análisis de aprendizaje se centra en los datos de las características de los estudiantes y los objetos de conocimiento de los modelos de aprendizaje y de campo de conocimiento. El concepto de análisis de aprendizaje introduce una nueva tecnología, es decir, el aprendizaje automático, que se aplica a un mundo no técnico como la educación. El propósito es adaptar el método educativo a la necesidad y la capacidad del alumno individual, como intervenir con los alumnos en riesgo o proporcionar retroalimentación y contenido instructivo. Utiliza técnicas relacionadas con el aprendizaje automático, la visualización de datos, las ciencias del aprendizaje y la semántica (Contreras, Fuentes & Rodríguez, 2020).

Una de las aplicaciones prácticas que tiene la IA en función del análisis de aprendizaje en los estudiantes se encuentra en la formación de competencias. Esto permite la generación de datos críticos con capacidad predictiva, lo que se traduce para las instituciones educativas en la posibilidad de actuar de una manera proactiva.

Además de un aprendizaje basado en competencias, el análisis de aprendizaje también explota la capacidad versátil de la IA para aprender. Con respecto a los problemas de deserción, la IA puede considerar varios parámetros para clasificar a los estudiantes que ingresan con probabilidad de deserción, generando sistemas de alerta temprana y datos procesables para las instituciones (Camino, Urbina & Barbosa, 2020). El próximo desafío para el análisis de aprendizaje es salir de la zona de confort hacia un alcance más amplio

que incluya habilidades interpersonales, artes, literatura, entre otros, que eleven un nuevo nivel de complejidad en términos de medición y evaluación de competencias o resultados de aprendizaje. Un desafío para el análisis de aprendizaje es que se aplique en contextos de aprendizaje específicos, pero al mismo tiempo debe ser lo suficientemente general como para usarse en diferentes cursos e instituciones. El análisis de aprendizaje se utilizará cada vez más e integrará técnicas avanzadas para apoyar el aprendizaje de estudiantes, instructores, administradores e instituciones.

La minería de datos educativos trata de generar respuestas sistemáticas y automatizadas para los alumnos, al tener como objetivo desarrollar reglas de asociación inherentes y ofrecer objetos de conocimiento a los estudiantes para satisfacer sus necesidades personales (Ballesteros, Sánchez & García, 2013). Por ejemplo, los datos de características demográficas de los estudiantes y los de calificación se pueden analizar a partir de una pequeña cantidad de tareas escritas. Se puede lograr mediante un método de regresión de aprendizaje automático que también se puede usar para predecir el desempeño futuro de un estudiante (Contreras, Fuentes & Rodríguez, 2020).

La minería de datos se está convirtiendo en una poderosa herramienta para mejorar el proceso de aprendizaje y el dominio del conocimiento, lo que conduce a una mejor comprensión de los entornos educativos y los alumnos. En otras palabras, la minería de datos puede verse como el descubrimiento de patrones y el modelado predictivo aplicado para extraer conocimiento oculto, lo que permite a los docentes hacer ajustes para mejorar el desarrollo del plan de estudios en el sistema educativo (Giró & Sancho, 2022).

Una de las aplicaciones importantes es que la IA basada en la minería de datos puede lograr un aprendizaje personalizado a partir de los datos del campo de conocimiento, donde los estudiantes realizan su propio aprendizaje, a su ritmo y deciden su método de aprendizaje. Idealmente, al usar el aprendizaje personalizado, los estudiantes eligen lo que les interesa y los profesores ajustan el curso y el método de enseñanza (Arana, 2021). Con la minería de datos, la IA puede construir su inteligencia con mayor precisión y el resultado es más confiable.

Entre los diferentes artículos revisados es evidente que la IA ha sido adoptada y aplicada en el sector educativo, donde ha fomentado mejoras en diferentes áreas del sector como la administración, la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes. Un análisis de las fuentes académicas seleccionadas para el estudio mostró que, de hecho, la IA se ha aplicado en instituciones educativas de diferentes maneras, incluso en forma de automatización de procesos y tareas administrativas, desarrollo de currículo y contenido, instrucción y procesos de aprendizaje de los estudiantes (Padilla, 2019; Ocaña, Valenzuela & Garro, 2019; Jara & Ochoa, 2020; González & Bonilla, 2022).

La IA ha mejorado la eficiencia en el desempeño de las tareas administrativas, como revisar el trabajo de los estudiantes, calificar y proporcionar comentarios sobre las tareas a través de la automatización utilizando plataformas basadas en la web o programas informáticos. Otras áreas en las que se ha aplicado la IA en el sector de la educación incluyen el desarrollo de planes de estudio y contenido, y las instrucciones que aprovechan tecnologías como la realidad virtual, las plataformas basadas en la web, la robótica, las videoconferencias, los archivos audiovisuales y la tecnología 3D. De esta forma, los maestros son más efectivos y eficientes y los estudiantes tienen una experiencia educativa o de aprendizaje personalizada y más rica (Jara & Ochoa, 2020).

Otros hallazgos importantes, a partir de un examen más detallado de las diferentes fuentes, es que la aplicación de la IA en la educación, a partir del análisis, presenta una oportunidad para romper las barreras físicas que plantean las fronteras nacionales e internacionales porque los materiales de aprendizaje ahora están domiciliados en Internet.

El aprendizaje en línea o el uso de plataformas de aprendizaje basadas en la web significa que el material es accesible desde cualquier parte del mundo, y el aprovechamiento de otros aspectos de la IA, como las herramientas de traducción de idiomas, hace posible que los estudiantes aprendan mejor.

La IA en la educación también se ha aplicado en el desarrollo curricular y la personalización del contenido, la enseñanza y los métodos pedagógicos, la evaluación y los intercambios de comunicación entre profesores y estudiantes. La literatura consultada devela la existencia de diferentes plataformas y aplicaciones de IA, como entornos de aprendizaje interactivo (EAI), que se utilizan para gestionar el rendimiento académico y proporcionar comentarios e intercambios entre profesores y estudiantes. Ejemplo de ellos son los sistemas de tutoría inteligente, como ACTIVE Math, MATHia, Why2Atlas, Comet y Viper, que se han utilizado en diferentes niveles del sistema educativo (Ram & Tyagi, 2020).

La IA en la educación ha tomado la forma de sistemas de aprendizaje adaptativo, sistemas de tutoría inteligente y otros sistemas que mejoran la calidad de los procesos administrativos, las instrucciones y el aprendizaje. Al mismo tiempo, la IA toma la forma de sistemas inteligentes con capacidades adaptativas. Estos principios y características de los sistemas permiten que la IA en la educación realice una amplia gama de tareas ejecutadas tradicionalmente o convencionalmente por los instructores, mientras que al mismo tiempo mejoran las experiencias de aprendizaje de los estudiantes a través de su entrenamiento y la personalización del aprendizaje según las expectativas y necesidades de ellos (Padilla, 2019).

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), también ha señalado que la IA ha permeado varios sectores de la sociedad, más particularmente, el sector de la educación (Pita, 2021). La educación está cambiando junto con los cambios en el mundo laboral o profesional, lo que requiere la incorporación de la IA en la instrucción y el aprendizaje. En este sentido,

hay un uso intensivo de la IA en la profesión médica, lo que requiere exponer a los estudiantes a la IA mediante el uso de la tecnología en la educación médica para prepararlos para las experiencias en el mundo real (Vidal, Madruga & Valdés, 2019; Joison et al., 2021).

Otra tendencia del empleo de la IA en la educación es el desarrollo de Sistemas Educativos Basados en la Web (SEBW) que están reemplazando rápidamente el aprovechamiento y el uso simplista de la Internet (Marrufo & Espina, 2021). Los SEBW son la integración de los principios y la tecnología de IA en plataformas de aprendizaje basadas en la web, lo que mejora las experiencias de los alumnos.

La educación inteligente basada en la web se ha convertido en un componente importante de la educación, más aún con la proliferación de la educación en línea debido al poder de la plataforma como herramienta pedagógica que incorpora y aprovecha las potencialidades de la IA (Rodríguez, 2021). Esto implica considerar diferentes factores, incluidos el conocimiento y la habilidad del alumno, el aprendizaje, las capacidades de desempeño y las compatibilidades, que luego se aprovechan en el desarrollo y uso de una plataforma que mejora las experiencias de enseñanza y aprendizaje.

El estudio y la comprensión de los diferentes agentes sociales, maestros y estudiantes, asegura el desarrollo y uso de sistemas de IA robustos, inteligentes, interactivos, de aprendizaje y adaptativos en la educación, más particularmente en la web, que es accesible desde cualquier parte del mundo (Rodríguez, 2021).

La IA fomenta potencialmente un mejor acceso al aprendizaje al eliminar las barreras al aprendizaje, automatizar las funciones administrativas y de gestión en las instituciones académicas y optimizar instrucciones y aprendizaje, así como fomentar decisiones e iniciativas empíricas o basadas en evidencia en educación. Como plataforma virtual, puede crear un mejor entorno profesional para docentes y alumnos. Como herramienta de evaluación se puede utilizar en exámenes y calificaciones y liberar el tiempo del profesor. Además, ayuda a los estudiantes a navegar a través de diferentes rutas de contenido y personalizar el aprendizaje de acuerdo con sus fortalezas y debilidades.

Una de las áreas clave en la educación también impactada por la IA es el desempeño de diferentes tareas administrativas, como la revisión de trabajos, la calificación y la retroalimentación a los estudiantes. La IA, particularmente en la educación a distancia y en línea, ha mejorado la eficiencia en los servicios institucionales y administrativos (Russo et al., 2022). De hecho, programas específicos, como Knewton, alivian la carga de los docentes porque brindan una plataforma para la retroalimentación a los estudiantes basada en la interacción. Posiciones similares se evidencian en otros estudios y publicaciones, que discuten sistemas que facilitan las tareas administrativas (Artavia & Alejandra, 2021).

Los Sistemas de Tutoría Inteligente (STI) realizan una amplia gama de funciones, incluida la calificación y el suministro de comentarios a los estudiantes sobre su trabajo. De esta forma los docentes logran una mayor eficiencia en varias tareas administrativas, así como en sus responsabilidades principales, brindando

orientación e instrucciones para ayudar a los estudiantes a sobresalir en sus estudios (Rodríguez, 2021). Ejemplo de ello es la existencia de programas como TurnItIn y Ecree, que otorgan calificaciones sugerentes y verifican el plagio en las tareas de los estudiantes (Arce, 2023).

Los STI, que aprovechan las prácticas basadas en evidencia o respaldadas por evidencia empírica, incluido el uso extensivo de modelos de cognición y aprendizaje, han asegurado la captación y retención óptimas de materiales o el aprendizaje optimizado entre los estudiantes (Rodríguez, 2021). De hecho, los programas, como DeepTutor y AutoTutor, fomentan la personalización de acuerdo con las capacidades y necesidades del alumno, mejorando así la experiencia de aprendizaje y fomentando el logro de los objetivos establecidos.

Estos sistemas también fomentan el aprendizaje profundo porque trabajar con los agentes conversacionales que forman parte integral del mismo sondeará y estimulará a los estudiantes hasta que puedan explicarse adecuadamente en detalle, incluido el razonamiento que existe detrás de su posición, mejorando así la captación y retención de la información (Díaz, 2021).

La IA ha facilitado la creación y el despliegue de sistemas que, evidentemente, son herramientas pedagógicas muy poderosas para fomentar una mejor calidad de instrucción: la enseñanza basada en la simulación, que incluyen el uso de diferentes tecnologías, como la realidad virtual para demostrar o mostrar conceptos a los estudiantes o demostrar materiales, brindando una experiencia de aprendizaje experimental o práctica (Acevedo et al., 2022). El mismo concepto o la aplicación de elementos de realidad virtual y tecnología 3D, como elementos de IA en la educación se asume en otros estudios como herramientas pedagógicas para la enseñanza y el aprendizaje significativo (Padilla, 2019). De manera similar, destaca el uso de la IA, en forma de realidad virtual y simulación en la educación médica, que lleva a los estudiantes a través de aspectos prácticos de su educación, como las operaciones y la comprensión de la anatomía humana, entre otras materias (Ramos & Botero, 2022).

Otros estudios también han destacado la integración de la IA en máquinas o robots como asistentes de maestros y colegas (cobots), que pueden usarse para realizar actividades básicas e incluso tareas de enseñanza avanzadas, como la lectura y la pronunciación de palabras (Constante et al., 2019). En este sentido destaca la integración de la IA en los programas informáticos y el desarrollo y uso de chatbots, o robots informáticos en línea con capacidades de conversación y diálogo para responder consultas de rutina de los estudiantes y, en algunos casos, difundir materiales didácticos (Martínez, 2021). La IA equipa al humanoide u otros robots con habilidades cognitivas y de toma de decisiones, así como habilidades de diálogo y conversación y, posteriormente, permite su uso como herramientas educativas y pedagógicas.

Una forma importante en la que se ha aplicado la IA para mejorar el aprendizaje de los estudiantes es la adaptación y personalización del currículo y el contenido de acuerdo con las necesidades, habilidades y

capacidades de los estudiantes (Osman, 2021). Otros enfoques brindan a los alumnos una experiencia de aprendizaje más placentera y envolvente o experiencial, por lo tanto, mejoran la captación y retención de información (Merino, 2021; Artiles et al., 2021). Desde otra perspectiva, la IA en la educación también ha eliminado algunas barreras para el acceso a las oportunidades de aprendizaje, como las fronteras nacionales e internacionales, lo que permite el acceso global al conocimiento y la información a través de plataformas en línea y basadas en la web.

A partir de los artículos analizados se identificaron diferentes plataformas y aplicaciones que fomentan la adaptación y personalización del contenido y, al hacerlo, posibilitan la captación y retención de información, lo que mejora la experiencia de aprendizaje del alumno. La mencionada aplicación Knewton hace recomendaciones en tiempo real para los estudiantes basadas en un estilo de aprendizaje descifrado tal como lo indica la tecnología que utiliza algoritmos de aprendizaje automático y, posteriormente, personaliza los materiales o el contenido del curso según las necesidades de los estudiantes (Huguet, Barnadas & Salló, 2021). Otras plataformas con capacidades similares tienen el potencial de mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes en todos los niveles del sistema educativo, desde la educación infantil hasta el nivel universitario de pregrado y posgrado (Merino, 2021).

La IA ha fomentado la calidad y la eficacia de la instrucción porque los sistemas contemporáneos son sistemas adaptativos basados en tecnología, lo que significa que los materiales o el contenido presentado está determinado por las necesidades de los alumnos, lo que garantiza una experiencia de aprendizaje optimizada (Giró & Sancho, 2022).

La IA garantiza una mejor difusión del contenido del curso, desde la fase de desarrollo del plan de estudios hasta la entrega real del contenido o las instrucciones, más aún en las plataformas de aprendizaje en línea y basadas en la web. Asimismo, permite el seguimiento de la progresión del aprendizaje, incluido el conocimiento y la comprensión, y utiliza los hallazgos para mejorar las capacidades del sistema en función de personalizar el contenido según las necesidades y capacidades de los estudiantes (Rodríguez, 2021).

En la enseñanza individualizada y el aprendizaje autónomo, las soluciones de IA pueden analizar mejor los datos de estudio y, a su vez, ayudar a los instructores a crear planes de aprendizaje personalizados para cada estudiante (Andreoli et al., 2022). Al analizar los datos de los estudiantes, los sistemas de IA han detectado las deficiencias de aprendizaje de los estudiantes y las abordan temprano en su educación (Varela, 2021). La mayoría de los estudiantes son tratados de manera similar por el sistema educativo convencional. Por lo tanto, el mismo método de enseñanza para todos los estudiantes no puede lograr el mejor desempeño docente. La IA ayudaría a determinar el método de enseñanza personalizado para cada estudiante en función de su personalidad, fortalezas y habilidades complementarias. De esta forma, todos

los alumnos pueden mejorar y disfrutar del rendimiento del aprendizaje. Mientras aumenta el conocimiento de los estudiantes, también se ayuda a mejorar la capacidad de aprendizaje, hábitos y creatividad.

Además, los sistemas de inteligencia artificial predicen la trayectoria profesional de cada estudiante mediante la recopilación de datos de estudio, lo que a su vez personaliza la selección de cursos universitarios para los estudiantes. Teniendo en cuenta la capacidad individual y la trayectoria profesional, los estudiantes pueden obtener mejores calificaciones y adquirir habilidades que son aplicables en el mundo real.

La IA puede automatizar la tarea de calificación, evaluando ensayos que permiten a los instructores pasar más tiempo con los estudiantes uno a uno. Los desarrolladores de IA también están creando nuevas formas de calificar trabajos escritos y exámenes (Sekeroglu, Dimililer & Tuncal, 2019). Con respecto a los materiales de aprendizaje, la IA crea interfaces digitales de aprendizaje personalizables que se aplican a estudiantes de todos los rangos de edad y grados. Además, en el proceso de aprendizaje, la IA permite al instructor obtener información de los estudiantes basada en todo el ecosistema de herramientas de aprendizaje.

Los sistemas de inteligencia artificial brindan tutoría a un alumno en función de las dificultades que tienen con el material de clase. En el pasado, los estudiantes tenían un período de tiempo limitado en el que podían recurrir a sus instructores, lo que significaba horas de oficina o esperaban que respondieran sus correos electrónicos. Ahora existen sistemas de tutoría inteligentes, como Carnegie Learning, que utilizan datos de estudiantes específicos para brindarles retroalimentación y trabajar con ellos directamente.

El continuo desarrollo de la IA le permitirá trabajar como un asistente completo y adaptarse a una amplia variedad de estilos de aprendizaje para ayudar a los instructores y estudiantes. En el futuro, la IA daría forma a la imaginación y la creatividad de los estudiantes, analizando su estilo de aprendizaje y su estado emocional e iniciativa, para mejorar las capacidades de aprendizaje y la creatividad y estimular la iniciativa subjetiva. Es probable que los sistemas de IA se utilicen más ampliamente, lo que se espera prospere en todos los aspectos de los estudiantes, es decir, habilidad personal, dominio del conocimiento, capacidad de aprendizaje y desarrollo profesional, en lugar de solo ayudar a los estudiantes a comprender conocimientos específicos.

## **CONCLUSIONES**

El objetivo o propósito de este trabajo fue evaluar el impacto de la IA en la educación. Se utilizó un estudio de investigación cualitativa, aprovechando la revisión de la literatura como diseño y método de

investigación. Se identificaron y utilizaron artículos de revistas, publicaciones profesionales e informes de congresos profesionales en un análisis que facilitó la realización del propósito del estudio.

El desarrollo y uso de computadoras y tecnologías relacionadas con la computadora presagiaron investigaciones e innovaciones que han llevado al desarrollo y uso de IA en diferentes sectores. En particular, el desarrollo de las computadoras personales y su evolución han aumentado las capacidades informáticas y de procesamiento, así como la posibilidad de integrar o incorporar tecnologías informáticas en diferentes máquinas, equipos y plataformas.

La IA se ha adoptado y utilizado ampliamente en el sector de la educación. El análisis se enfocó en evaluar el impacto de la IA en los aspectos administrativos, de instrucción y de aprendizaje de la educación, así como en evaluar cómo se ha aplicado la IA y los efectos que ha tenido.

La IA en la educación tomó inicialmente la forma de computadoras y sistemas relacionados con la computadora y, más tarde, la forma de una plataforma de educación en línea y basada en la web. Los sistemas integrados han hecho posible el uso de robots, en forma de cobots o robots humanoides como profesores colegas o instructores independientes, así como chatbots para realizar funciones similares a las de los profesores o instructores. El uso de estas plataformas y herramientas ha permitido o mejorado la eficacia y la eficiencia de los docentes, lo que ha dado como resultado una calidad educativa con mayor experiencia.

De manera similar, la IA ha brindado a los estudiantes experiencias de aprendizaje mejoradas porque ha permitido la enseñanza individualizada y la personalización de los materiales de aprendizaje según las necesidades y capacidades de los estudiantes. En general, la IA ha tenido un gran impacto en la educación, particularmente en las áreas de administración, instrucción y aprendizaje del sector educativo o dentro del contexto de instituciones de aprendizaje individuales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, F., Cruz, J., Aguilar, C. & Bautista, D. (2022). Diseño e implementación de un simulador basado en realidad aumentada móvil para la enseñanza de la física en la educación superior. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (80). [10.21556/edutec.2022.80.2509](https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2509)

Almeida, S., Febles, J. & Bolaños, O. (1997). Evolución de la enseñanza asistida por computadoras. *Educación Médica Superior*, 11(1), 31-38. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21411997000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21411997000100005)

Andreoli, S., Batista, A., Fucksman, B., Gladko, L., Martinez, K. & Perillo, L. (2022). Inteligencia artificial y educación [Archivo PDF]. [http://citep.rec.uba.ar/wp-content/uploads/2022/08/SArt\\_IA-y-](http://citep.rec.uba.ar/wp-content/uploads/2022/08/SArt_IA-y-)

[educaci%C3%B3n -Un-marco-para-el-an%C3%A1lisis-y-la-creaci%C3%B3n-de-experiencias-en-el-nivel-superior.pdf](#)

Arana, C. (2021). Inteligencia Artificial Aplicada a la Educación: Logros, Tendencias y Perspectivas. *INNOVA UNTREF. Revista Argentina de Ciencia y Tecnología*, 1-22. <https://revistas.untref.edu.ar/index.php/innova/article/download/1107/917>

Arce, D. (2023). Inteligencia artificial vs. Turnitin: implicaciones para el plagio académico. *Revista Cognosis*, 8(1), 15-26. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Cognosis/article/download/5517/6269>

Artavia, K. & Alejandra, C. (2021). Inteligencia artificial: transformación digital e innovación en educación a distancia. Análisis de la UNED, Costa Rica. *REFCaE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*, 9(3), 1-15. <https://observatorioturisticobahia.uleam.edu.ec/index.php/refcale/article/viewFile/3483/2134>

Artiles, J., Guerra, M., Aguiar, M. & Rodríguez, J. (2021). Agente conversacional virtual: la inteligencia artificial para el aprendizaje autónomo. *Revista de Medios y Educación Pixel-Bit*, (62), 107-145. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/215463/Agente.pdf?sequence=1>

Ballesteros, A., Sánchez, D. & García, R. (2013). Minería de datos educativa: Una herramienta para la investigación de patrones de aprendizaje sobre un contexto educativo. *Latin-American Journal of Physics Education*, 7(4), 662-668. [http://www.lajpe.org/dec13/22-LAJPE\\_814\\_bis\\_Alejandro\\_Ballesteros.pdf](http://www.lajpe.org/dec13/22-LAJPE_814_bis_Alejandro_Ballesteros.pdf)

Benítez, R., Escudero, G., Kanaan, S. & Rodó, D. M. (2014). *Inteligencia artificial avanzada*. Barcelona: Editorial UOC.

Bianculli, K. (2021). Empresas nacionales, micro-computadoras y MicroSistemas SA: una aproximación desde las alianzas socio-técnicas. En *III Simposio Argentino de Historia, Tecnologías e Informática (SAHTI 2021)-JAIHO 50 (Modalidad virtual)*. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/141172/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/141172/Documento_completo.pdf?sequence=1)

Buckingham, D. (2008). *Más allá de la tecnología. Aprendizaje infantil en la era de la cultura digital*. Argentina: Editorial Manantial.

Camino, J., Urbina, A. & Barbosa, R. (2020). Deserción escolar universitaria: Patrones para prevenirla aplicando minería de datos educativa. *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 26(1), 1-21. [10.7203/relieve.26.1.16061](https://doi.org/10.7203/relieve.26.1.16061)

Constante, P., Chimbo, C., Jiménez, V. & Gordón, A. (2019). Realidad Aumentada con asistente robótico para el mejoramiento del aprendizaje en niños de educación primaria. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E20), 566-577. <https://www.proquest.com/openview/8c7fe4ee58180ed3a0cf3e9d7edfb9d4/1.pdf?pq-origsite=gscholarycbl=1006393>

- Contreras, L., Fuentes, H. & Rodríguez, J. (2020). Predicción del rendimiento académico como indicador de éxito/fracaso de los estudiantes de ingeniería, mediante aprendizaje automático. *Formación universitaria*, 13(5), 233-246. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062020000500233&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062020000500233&script=sci_arttext)
- Díaz, J. (2021). Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 29(2), 180-181. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052021000200180&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052021000200180&script=sci_arttext)
- Galapienso, A., Isabel, M., Cazorla, M., Colomina, O., Escolano, F. & Lozano, M. (2003). *Inteligencia artificial: modelos, técnicas y áreas de aplicación*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- García, A. (2012). *Inteligencia Artificial. Fundamentos, práctica y aplicaciones*. España: Re Libros.
- Giró, X. & Sancho, J. (2022). La Inteligencia Artificial en la educación: Big data, cajas negras y solucionismo tecnológico. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 21(1), 129-145. [10.17398/1695-288X.21.1.129](https://doi.org/10.17398/1695-288X.21.1.129)
- González, R. & Bonilla, M. (2022). Educación e Inteligencia Artificial: Nodos temáticos de inmersión. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (82), 59-77. [10.21556/edutec.2022.82.2633](https://doi.org/10.21556/edutec.2022.82.2633)
- Haugeland, J. (2001). *La inteligencia artificial*. México: Siglo XXI Editores.
- Huguet, L., Barnadas, A. & Salló, B. (2021). La transformació digital i la digitalització de processos a la universitat. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/135846/2/UOC-RS%20TDigital%20Uni%20-%20Informe%20UOC%20cat.pdf>
- Jara, I. & Ochoa, J. (2020). Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación. *Sector Social división educación* [Archivo PDF]. <https://ie42003cgalbarracin.edu.pe/biblioteca/LIBR-NIV331012022134652.pdf>
- Joison, A., Barcudi, R., Majul, E., Ruffino, S., De Mateo, J., Joison, A. & Baiardi, G. (2021). La inteligencia artificial en la educación médica y la predicción en salud. *Methodo Investigación Aplicada a las Ciencias Biológicas*, 6(1). [10.22529/me.2021.6\(1\)07](https://doi.org/10.22529/me.2021.6(1)07)
- Marcial, V. & Gomes, L. (2022). Impacto de la Inteligencia Artificial en el comportamiento informacional: elementos para el debate. *Bibliotecas. Anales de investigación*, 18(3), 94-106. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8741939.pdf>
- Marrufo, R. & Espina, W. (2021). Estrategias de enseñanza virtual utilizadas con los alumnos de educación superior para un aprendizaje significativo. *SUMMA. Revista disciplinaria en ciencias económicas y sociales*, 3(1), 1-28. <https://aunarcali.edu.co/revistas/index.php/RDCES/article/download/187/120>
- Martínez, I. (2021). Mirando al futuro de RH: chatbots e inteligencia artificial. *Observatorio de recursos humanos y relaciones laborales*, (170), 14. <https://www.top-employers.com/globalassets/documents/es/2021/september/Mirando-al-futuro-de-RH-chatbots-e-inteligencia-artificial.pdf>

- Merino, C. (2021). Estado de la cuestión de la inteligencia artificial y los sistemas de aprendizaje autónomo. *Sociología y tecnociencia: Revista digital de sociología del sistema tecnocientífico*, 11(2), 182-195. [10.24197/st.Extra\\_2.2021.182-195](https://doi.org/10.24197/st.Extra_2.2021.182-195)
- Ocaña, Y., Valenzuela, L. & Garro, L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y representaciones*, 7(2), 536-568. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2307-79992019000200021&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2307-79992019000200021&script=sci_arttext)
- Osman, A. (2021). La desaparición del currículo. Conjetura educativa basada en la hiperconectividad y la inteligencia artificial. *Dialógica*, 15(2), 50-59. <https://www.revistas-historico.upel.edu.ve/index.php/dialogica/article/download/9292/5787>
- Padilla, R. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 7(14), 260-270. [10.36825/RITI.07.14.022](https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022)
- Pape, J. (2015). Los robots colaborativos: una nueva era en la automatización industrial. *Tecnoalimen: tecnología alimentaria y packaging*, 12, 50-51. [https://www.pharmatech.es/descargar\\_documento/opinion\\_2.pdf](https://www.pharmatech.es/descargar_documento/opinion_2.pdf)
- Pérez, F. (2022). *Estrategias de pre y postprocesado en deep learning para problemas multiclase en el ámbito de la seguridad y la biodiversidad* Tesis de Doctorado. Universidad de Granada, España. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/74944/80968.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Pita, E. (2021). La UNESCO y la gobernanza de la inteligencia artificial en un mundo globalizado. La necesidad de una nueva arquitectura legal. *Anuario de la Facultad de Derecho. Universidad de Extremadura*, (37), 273-302. [10.17398/2695-7728.37.273](https://doi.org/10.17398/2695-7728.37.273)
- Ponce, J., Torres, A., Quezada, F., Silva, A., Martínez, E., Casali, A. & Pedreño, O. (2014). *Inteligencia artificial*. Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn). [http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/17686/1520250496\\_Inteligencia-Artificial-CC-BY-SA-3.0-86.pdf?sequence=2](http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/17686/1520250496_Inteligencia-Artificial-CC-BY-SA-3.0-86.pdf?sequence=2)
- Ram, S. & Tyagi, R. (2020). Artificial Intelligence and Computational Sustainability. *Sustainability: Fundamentals and Applications*, 627-649. [10.1002/9781119434016.ch29](https://doi.org/10.1002/9781119434016.ch29)
- Ramos, G. & Botero, D. (2022). Percepción de la simulación clínica como didáctica en la enseñanza de hemorragia postparto en el Grado en Medicina. *Revista Española de Educación Médica*, 3(1). <https://revistas.um.es/edumed/article/download/501861/319491>
- Restrepo, D., Jiménez, J. & Branch, J. (2022). Educación 4.0: integración de robótica educativa y dispositivos móviles inteligentes como estrategia didáctica para la formación de ingenieros en STEM. *DYNA*, 89(222), 124-135. [10.15446/dyna.v89n222.100232](https://doi.org/10.15446/dyna.v89n222.100232)

- Rodríguez, M. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-74672021000100115&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-74672021000100115&script=sci_arttext)
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial*. España: Editorial Alienta.
- Russo, C., Sarobe, M., Cicerchia, B., Alonso, N., Gnazzo, G., Adó, M. & Tugnarelli, M. (2022). Educación a distancia e innovación tecnológica. En *XXIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2022, Mendoza)*. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/145251/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/145251/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Sánchez, E. (2013). *Cibertrónica: Aprendiendo con tecnologías de la inteligencia en la web semántica*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Sandoval, L. (2018). Algoritmos de aprendizaje automático para análisis y predicción de datos. *Revista Tecnológica*, (11), 36-40. [http://redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/3626/1/Art6\\_RT2018.pdf](http://redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/3626/1/Art6_RT2018.pdf)
- Sekeroglu, B., Dimililer, K. & Tuncal, K. (2019). La Inteligencia Artificial en Educación: aplicación en la evaluación del desempeño del alumno. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, VII. <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/download/1594/1243/>
- Semken, M. & Vargas, M. (2021). Microcomputadoras para la enseñanza y el aprendizaje. En *XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2021, Chilecito, La Rioja)*. <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/120495/Ponencia.pdf-PDFA.pdf?sequence=1>
- Varela, A. (2021). Enseñanza individualizada de matemáticas mediante herramientas de inteligencia artificial en entornos escolares tradicionales [Archivo PDF]. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/22323/VarelaUribeAlicia.pdf?sequence=1>
- Vega, M., Mora, L. & Badilla, M. (2020). Inteligencia artificial y aprendizaje automático en medicina. *Revista médica sinergia*, 5(8), e557-e557. <https://www.revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/download/557/923>
- Vidal, M., Madruga, A. & Valdés, D. (2019). Inteligencia artificial en la docencia médica. *Educación Médica Superior*, 33(3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412019000300014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412019000300014)
- Yáñez, R. (2017). *Aprendizaje automático: estado de la cuestión y casos de estudio*. Tesis de Grado. Universidad Politécnica de Madrid, España. [https://oa.upm.es/53083/1/PFC\\_RAFAEL\\_YANEZ\\_CABREJAS.pdf](https://oa.upm.es/53083/1/PFC_RAFAEL_YANEZ_CABREJAS.pdf)

## Nota

<sup>1</sup> Conjunto de funciones y procedimientos que permiten la creación de aplicaciones que acceden a las características o datos de un sistema operativo, aplicación u otro servicio.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **Contribución autorial**

Manuel Orlando Troncoso Heredia: Desarrollo, análisis cualitativo de información. Revisión y corrección del manuscrito.

Yolanda Katuska Dueñas Correo: Introducción, aplicación de instrumentos y análisis cuantitativo de información.

Enrique Verdecia Carballo: Desarrollo, análisis cualitativo de información y conclusiones.