

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## Conceptos clave y tendencias para la innovación educativa

Marcela Georgina Gómez-Zermeño

Trans<sup>®</sup>  
digital  
editorial

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

**Conceptos clave y tendencias para la  
innovación educativa**

**Marcela Georgina Gómez-Zermeño**



**INTELIGENCIA ARTIFICIAL**  
**Conceptos clave y tendencias para la**  
**innovación educativa**

**Marcela Georgina Gómez-Zermeño**

**Trans**<sup>®</sup>  

---

**digital**  
editorial

Título original: Inteligencia Artificial Conceptos clave y tendencias para la innovación educativa / Marcela Georgina Gómez-Zermeño — Ciudad de Querétaro: Editorial Transdigital, 2023. — 150 páginas.

ISBN: 978-607-59719-8-8

DOI: <https://doi.org/10.56162/transdigitalb22>

Clasificación DEWEY. Materia: 607 - Educación. investigación. temas relacionados con la tecnología.

Tipo de Contenido: Libros universitarios.

Clasificación tema: JN – Sociedad y ciencias sociales.

Tipo de soporte: libro digital descargable

Formato: PDF

Tamaño: 3.8 Mb



Este libro es una publicación de acceso abierto con los principios de Creative Commons Attribution 4.0 International License, que permite el uso, intercambio, adaptación, distribución y transmisión en cualquier medio o formato, siempre que dé el crédito apropiado al autor, origen y fuente del material gráfico. Si el uso del material gráfico excede el uso permitido por la normativa legal deberá tener permiso directamente del titular de los derechos de autor.

**Transdigital**<sup>®</sup>  
editorial

D.R. Sello Editorial Transdigital, 2023.

Diseño de portada e interiores: Creado con herramientas IAG por la Marcela Georgina Gómez Zermeño

Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, S.C. Circuito Altos Juriquilla 1132.

Condominio Atia. Colonia Altos Juriquilla. C.P. 76230, Juriquilla, Querétaro, México. Tel. +52 (442) 301 32 38.

[aescudero@editorial-transdigital.org](mailto:aescudero@editorial-transdigital.org) [www.editorial-transdigital.org](http://www.editorial-transdigital.org)

Registro en el Padrón Nacional de Editores como agente editor Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, S.C., con el Dígito Identificador 978-607-99594.



<https://www.linkedin.com/company/transdigital-mx/>



<https://twitter.com/TransdigitalMx>



<https://www.facebook.com/transdigital.mx/>



<https://www.instagram.com/transdigital.mx>



<https://www.youtube.com/@transdigitalmx>

Sugerencia de referencia en APA 7ª. edición:

Gómez-Zermeño, M. G. (2023). *Inteligencia Artificial. Conceptos clave y tendencias para la innovación educativa*. Editorial Transdigital. <https://doi.org/10.56162/transdigitalb22>

# INDÍCE

ACERCA DE LA AUTORA .....	7
DEDICATORIAS .....	9
PROLOGO .....	11
COMITÉ CIENTÍFICO .....	17
PREFACIO.....	19
I. INTRODUCCIÓN .....	23
Marcos Éticos, Teóricos y Conceptuales .....	28
Tipologías, Aprendizaje y Modelos de Redes Neuronales .....	33
Tendencias de IA en la Educación .....	37
II. MÉTODO .....	41
III. RESULTADOS .....	45
Marcos de la Inteligencia Artificial.....	47
<i>Marcos Éticos</i> .....	47
<i>Marcos Teóricos</i> .....	53
<i>Marcos Conceptuales</i> .....	59
Tipologías, Redes Neuronales y Aprendizaje .....	67
<i>Tipologías de Inteligencia Artificial</i> .....	67
<i>Tipologías de Redes Neuronales</i> .....	73
<i>Tipos de Aprendizaje en la IA</i> .....	78
Tendencias en Innovación Educativa .....	85
<i>Inteligencia Artificial Generativa</i> .....	86
<i>Programas y herramientas educativas basadas en IA</i> ... 95	
<i>Países líderes en el desarrollo y aplicación de la IA</i> ... 111	
IV. CONCLUSIONES .....	117
Futuros trabajos de investigación .....	122
V. REFERENCIAS .....	123



## ACERCA DE LA AUTORA

### *Dra. Marcela Georgina Gómez Zermeño*

Doctora en Innovación Educativa con Mención Honorífica de Excelencia por el Tecnológico de Monterrey. Realizó estudios de Maestría en Ciencias en Ingeniería en Informática y Tecnologías de las Comunicaciones de la Escuela Superior de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, París, Francia y Licenciatura en Sistemas de computación y Administrativos en el Tecnológico de Monterrey-Campus Monterrey.

Miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías, (CONAHCyT/SNI), Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE), Red temática CONACyT Convergencia de conocimiento para beneficio de la sociedad, y el Global Consortium for Sustainability Outcomes (GCSO) de Arizona State University (ASU).

Coordinadora de la Dirección General de Investigación del Instituto de Investigación, Innovación y Estudios de Posgrado del Estado de Nuevo León. Responsable técnico y líder de 19 proyectos de investigación e innovación educativa: 3 del Programa ALFA de la Comisión Europea, 2 del Global Consortium for Sustainability Outcomes (ASU), 12 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y 2 NOVUS de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey.

Profesor investigador-visitante en la UNESCO-Instituto Mahatma Gandhi de Educación para la Paz y el Desarrollo Sostenible en Nueva Delhi, el Laboratorio de Educación Discours Apprentissages (EDA) de la Universidad de París - Facultad de la Sorbona, el Global Institute of Sustainability en la Universidad Estatal de Arizona (ASU), Universidad Tecnológica de Kaunas (KUT) en Lituania y orador invitado en la Semana del Aprendizaje Móvil y en el World Teachers' Day de la UNESCO Headquarters - París.

Profesora honoraria de la Facultad de Pedagogía en la Universidad de Colima. Codirectora en el Doctorado en Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. Profesora jubilada de los programas de Maestría en Tecnología Educativa y Maestría en Educación del Tecnológico de Monterrey. Directora de 4 tesis Doctorales en Innovación Educativa, Educación y TIC (e-learning) y 286 tesis de Maestría en Tecnología Educativa, Educación, Administración de Instituciones Educativas y Ciencias de la Información.

Es autora y/o coautora de 9 libros, 10 capítulos de libros y 148 artículos publicados en revistas académicas y científicas nacionales e internacionales, indexadas con un alto factor de impacto SCOPUS. Exdirectora del Centro de Investigación en Educación y exeditora de la Revista de Investigación Educativa de la Escuela de Graduados en Educación (RIEEGE) del Tecnológico de Monterrey (Emerging Sources Citation, Open Access Journals y LATINDEX).

Se desempeñó como Consejera Técnica Especializada de la de la Junta de Gobierno del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE).

## DEDICATORIAS

Al observar el desafiante panorama que proyecta la innovación educativa, con cariño recuerdo a la Dra. Margarita Zorrilla Fierro, quien con su característica mirada crítica y perspicaz, nos invitó a *“innovar a partir de la tradición”* y reconocer que *“el cambio es una constante inherente de la vida humana”*. Sabemos que esta situación se debe en gran medida a las transformaciones derivadas de los avances en los conocimientos científicos y de la tecnología que emana de ellos. Sus implicaciones para las personas son de diversa índole. Debemos reconocer que los sistemas educativos son organismos vivos, por lo que el cambio es parte de su naturaleza, importa su contenido, su dirección u orientación, su velocidad, así como los actores que lo hacen posible.

A la luz de sus palabras, deseo dedicar este libro a todos los estudiantes, docentes y a la diversidad de figuras educativas con las que he tenido el gusto de recorrer los caminos de educación, los cuales tienen la extraordinaria capacidad de sorprendernos. Al igual que los caminos de la vida nos invitan reconocer que los resultados de la investigación e innovación educativa, a veces *“no son lo que pensábamos o creíamos y tampoco los que imaginábamos”*.

También quiero reconocer la labor que realizan las instituciones educativas que promueven la generación de conocimiento, y en muy especial al Instituto de Investigación, Innovación y Estudios de Posgrado para la Educación del Estado de Nuevo León (IIIPE), comunidad académica de alto nivel integrada por profesionales de la educación: formadores, investigadores y tecnólogos comprometidos con la mejora de la calidad educativa. A través de sus 15 años de labor educativa, el IIIPE cumple con su misión de mejorar las prácticas educativas en las aulas. Posee un enfoque de innovación social y un claro compromiso con la justicia social para beneficio de niños y jóvenes de Nuevo León y México.

Me es grato reconocer el trabajo que realiza el equipo de la Biblioteca Digital de Tecnológico de Monterrey, la cual ofrece a los investigadores un acervo de recursos bibliográficos en formato digital que cumple con altos estándares de reconocida calidad, usabilidad y pertinencia.

También dedicar este libro a los investigadores educativos que iluminan y orientan nuestros caminos. Con agradecimiento reconozco la trayectoria en innovación educativa de la Dra. Marisol Ramírez Montoya, en tecnología educativa de la Dra. Lorena Alemán de la Garza, en sistemas computacionales del Dr. Amadeo José Argüelles Cruz y la inteligencia artificial del Dr. Raúl Monroy Borja, reconocidos investigadores del Sistema Nacional de Investigación del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías, que coadyuvan a la generación de conocimiento científico tanto en México como en esta realidad virtual y aumentada que nos brindan las tecnologías del hoy y del mañana.

Por último y con el mismo agradecimiento de toda una vida, quiero reconocer a mis padres, hermanos y a sus familias; aunque la distancia dificulta los encuentros, sus enseñanzas y recuerdos siempre permanecen en mi cajita de tesoros.

# PROLOGO



En la era actual, marcada por una transformación digital vertiginosa en todos los ámbitos de la sociedad, la Inteligencia Artificial (IA) emerge como un agente disruptivo que se posiciona como elemento clave de innovación. En el sector educativo su influencia no solo es evidente, sino que también está haciendo que redefinamos la forma en que se concibe la enseñanza y el aprendizaje.

Cada vez más, organismos internacionales, autoridades educativas, investigadores, directivos y docentes tienen el reto de incorporar herramientas y de extraer el máximo provecho para potenciar los aprendizajes de sus estudiantes, especialmente en un entorno que evoluciona constantemente hacia la complejidad.

En este escenario dinámico y desafiante, surge la necesidad de orientar a quienes llevan la responsabilidad crucial de formar a las nuevas generaciones y futuros profesionales, enfrentándose a las oportunidades y desafíos presentados por la IA en el ámbito educativo.

Esta obra surge como una guía esencial para explorar con mayor detalle los elementos teóricos y prácticos que permitan profundizar en el conocimiento de esta tecnología, favoreciendo su aplicación de manera más efectiva. En sus páginas encontraremos una visión detallada de los fundamentos éticos, teóricos y conceptuales de la IA, así como un análisis de las tipologías, redes neuronales y tendencias emergentes que están moldeando el futuro de la educación.

Al adentrarnos en la lectura de este libro, la autora nos dirige por una ruta de conocimiento que se distingue por su claridad y profundidad. A través de una Revisión Sistemática de Literatura (SLR) y la aplicación de herramientas de IA, la investigación realizada busca profundizar en los conceptos relacionados al tema.

La experiencia de la autora como investigadora educativa aporta una dimensión única y valiosa a esta exploración. Este enfoque riguroso de investigación no solo contribuye a la comprensión profunda del tema, sino que también garantiza que el texto sea accesible para un público amplio, ofreciendo así una perspectiva integral y actualizada sobre la relación entre la tecnología y la enseñanza.

Iniciamos nuestro recorrido con el análisis de los marcos éticos que guían el desarrollo y aplicación de la Inteligencia Artificial (IA). Este tema adquiere una relevancia particular al ser uno de los elementos que ha generado cuestionamientos, en particular debido a la preocupación por la posibilidad de deshonestidad académica. En este contexto, estos marcos éticos se presentan como herramientas útiles para utilizar la IA de manera responsable.

Por su parte, los marcos teóricos presentados abordan teorías vinculadas a un nuevo paradigma que se encuentra en constante evolución, invitándonos a reflexionar sobre su papel en la transformación continua de la educación y la sociedad. Por último, en este apartado se exponen los conceptos que se consideran son clave para comprender los fundamentos de la

IA, con el propósito de proporcionar una base que permita explorar con mayor profundidad los diferentes enfoques de este campo de estudio.

El viaje continúa con las tipologías y modelos de IA que pueden ser empleados en un proyecto, de acuerdo con los criterios y contextos específicos en los que se realice. Esta sección se revela como de gran utilidad para quienes buscan comprender las opciones disponibles, desde aquellas que se centran en la capacidad y enfoque hasta las que abordan el funcionamiento, la aplicación y el autoaprendizaje, proporcionando una visión integral de las herramientas disponibles en el amplio espectro de la IA.

La exploración de la inteligencia artificial aplicada en la educación continúa con la presentación detallada de los modelos de redes neuronales. Este análisis proporciona una visión de cómo las redes neuronales artificiales han evolucionado con el tiempo, destacando las herramientas y técnicas más contemporáneas. La sección finaliza con un análisis de los tipos de aprendizaje utilizados por la IA para adquirir conocimiento, como el aprendizaje supervisado, no supervisado, por refuerzo, por transferencia y el aprendizaje profundo para distinguir a una familia de redes neuronales. Así se ofrece una comprensión profunda de las metodologías actuales, y también se proporciona una guía para explorar las tendencias futuras en la innovación educativa impulsada por la inteligencia artificial.

Termina el recorrido con la presentación de las tendencias en innovación educativa y su potencial para transformar los contextos educativos existentes. Es indiscutible el rol que han adquirido las herramientas de IA generativa en los últimos tiempos, gracias a su difuminación en distintos niveles de la enseñanza. Este fenómeno destaca la capacidad de la IA generativa para impulsar procesos innovadores en la creación de contenido educativo, personalización del aprendizaje, evaluación automatizada y en la facilitación de experiencias

educativas más inmersivas e interactivas. La incorporación de estas herramientas ha impactado la forma en que se enseña y se aprende, abriendo un abanico de posibilidades que redefine el panorama educativo para las futuras generaciones.

Además, se destaca la implementación exitosa de programas educativos basados en la IA como herramientas eficaces para adaptar el proceso de enseñanza aprendizaje a las necesidades individuales del estudiantado. Este enfoque no solo optimiza la adquisición de conocimientos, sino que también promueve un aprendizaje más significativo y centrado en la persona. Por último, se presentan ejemplos concretos de países que lideran la vanguardia en el desarrollo y aplicación de la IA en el ámbito educativo. Esta sección será una herramienta invaluable para docentes, investigadores y profesionales que buscan implementar de manera práctica en las herramientas de IA en los procesos formativos.

Esta obra no solo responde a preguntas cruciales sobre la IA en la educación, sino que también invita a la reflexión profunda sobre el papel transformador de la tecnología en los procesos de enseñanza aprendizaje. A través de un análisis riguroso y accesible, nos permitirá realizar una reflexión crítica sobre el papel que las nuevas tecnologías desempeñan en el entorno educativo.

Es esencial para quienes lideran las experiencias formativas del estudiantado comprender cómo utilizar estas herramientas de manera adecuada, fomentando el desarrollo del pensamiento crítico y la habilidad para resolver problemas. Es innegable que esta obra se convertirá en una referencia imprescindible para adentrarse en estos procesos y, por lo tanto, les invito a explorar sus páginas y descubrir las posibilidades transformadoras que la IA ofrece en el ámbito educativo.

***Dra. May Portugal Castro***

May Portuguese Castro es Doctora en Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. Cuenta con Maestría en Tecnología Educativa de esa misma institución. También cuenta con Maestría en Administración de Negocios y Licenciatura en Administración Pública de la Universidad de Costa Rica.

Sus líneas de investigación son la innovación educativa y la educación para el emprendimiento. Ha colaborado como Investigadora en el Área de Experimentación y Medición de Impacto y como Mentora en Experimentación para los proyectos NOVUS en el Instituto para el Futuro de la Educación del Tecnológico de Monterrey. Fundadora y directora de una empresa de capacitación e-learning donde se ha desempeñado como tutora virtual y diseñadora instruccional.

Forma parte del Sistema Nacional de Investigadores de CONAHCYT en México como Investigadora Nivel 1 y realiza actividades de consultoría para diversas universidades de Latinoamérica, como Costa Rica y Colombia. Ha colaborado en el desarrollo de proyectos de investigación, participado en congresos internacionales, publicado más de 20 artículos científicos en revistas indizadas, 10 capítulos de libro y ha realizado arbitraje en revistas internacionales de alto impacto. Forma parte del Grupo de Innovación e Investigación Educativa del Tecnológico de Monterrey y del Grupo de Investigación en Estudios Empresariales de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Actualmente se desempeña como profesora investigadora en el Departamento de Posgrado en Negocios de CENTRUM Business School, Pontificia Universidad Católica del Perú, además ocupa el puesto de Jefe de Innovación y Evaluación de la Calidad Académica en la misma institución. Dirige tesis de Maestría en Tecnología Educativa en el Tecnológico de Monterrey y de Doctorado en Negocios en CENTRUM PUCP.



## COMITÉ CIENTÍFICO

### ***Dra. María Soledad Ramírez Montoya***

Doctorados en Filosofía y Ciencias de la Educación y en Psicología de la Educación: Instrucción y Currículo. Maestría en Tecnología Educativa en la Universidad de Salamanca. Licenciatura en Ciencias de la Educación en el Instituto Tecnológico de Sonora y profesora de Educación Preescolar en la Escuela Normal del Estado de Sonora.

Profesora-investigadora del Institute for the Future in Education y de EGADE Business School del Tecnológico de Monterrey. Chair de la Cátedra UNESCO: "*Movimiento educativo abierto para América Latina*" y del International Council for Open of Distance Education (ICDE). Dirige el grupo de investigación "*Scaling Complex Thinking for All*" y la Unidad de investigación "*Educational Technology*".

Es Miembro del CONAHCYT-SNI Nivel 3, COMIE, CUDI, SIRCA y CLARISE. Profesora invitada en la Universidad de Salamanca, Universidad de Huelva, Universidad Técnica Particular de Loja, Universidad del Desarrollo de Chile.

### ***Dra. Lorena Alemán de la Garza***

Doctora en Educación y TIC (e-learning) por la Universitat Oberta de Catalunya (UOC), Maestría en Administración de Instituciones Educativas por el Tecnológico de Monterrey con "*Mención Honorífica de Excelencia*" y Licenciada en Administración de Empresas por la Universidad TecMilenio.

Es Miembro del CONAHCYT-SNI, del Consejo Mexicano de Investigación Educativa y de la American Educational Research Association. Autora de 7 libros y 10 capítulos y 42 artículos publicados en revistas indexadas y de alto impacto.

Directora General Investigación y Evaluación en el Instituto de Investigación, Innovación y Estudios de Posgrado para la Educación del Estado de Nuevo León. Codirectora de tesis en el Doctorado en Innovación Educativa de la Escuela de Humanidades y Educación del Tecnológico de Monterrey.

### ***Dr. Raúl Monroy Borja***

Doctorado en Inteligencia Artificial en la Universidad de Edimburgo. Profesor titular en Computación en el Tecnológico de Monterrey, y fundador del grupo de investigación en Inteligencia Artificial Avanzada.

Miembro del Sistema Mexicano de Investigación CONAHCYT-SNI 3. Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y de la Academia Mexicana de Computación. Ha obtenido becas de investigación de varias agencias de financiación, entre ellas Google, CONAHCYT, ECOS - NORd, BMBF, DAAD, FRIDA y CONACyT-REDII.

Autor único o conjunto de más de 90 artículos publicados. Copresidente de programas de MICAI-2004, MICAI-2005 y MICAI 2009. Ha sido Presidente de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial, presidente de la Red de Investigación en TIC del CONACYT, y Secretario de la Academia Mexicana de Computación.

### ***Dr. Amadeo José Argüelles Cruz***

Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Maestro en Ciencias en Ingeniería de Cómputo y Doctor en Ciencias de la Computación en el Centro de Investigación en Computación.

Profesor Investigador del Laboratorio de Cómputo Inteligente. Es miembro fundador de la Red de Computación del IPN, forma parte de las Redes de Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos y Red de Expertos en Innovación Automotriz del IPN. Fundador de la Red Latinoamericana de Tecnología Educativa (Red LaTE México del CONACyT).

Es miembro del IEEE de la Computational Intelligence Society y Geoscience and Remote Sensing Society, de la Association for Computing Machinery, el Special Interest Group in Computer Science Education, y de la International Neural Network Society

## PREFACIO

Hoy en día, la inteligencia artificial (IA) es un campo de estudio que no solo se aplica en diversos ámbitos, también es un elemento disruptivo del contexto estratégico internacional. Alrededor de la IA se ha configurado una disciplina científica y tecnológica, cuyo desarrollo está generando un conjunto de técnicas aplicables al desarrollo de productos y servicios disruptivos en múltiples sectores de la sociedad.

Dentro de este contexto, la investigación y la innovación son procesos fundamentales para el desarrollo de la IA, por lo que las instituciones educativas de educación superior (IES) están redefiniendo sus roles e interacciones con la sociedad al pasar de ser depósitos tradicionales de conocimiento, a convertirse en auténticos centros de generación y transferencia (IEEE, 2017). Para lograrlo, la adopción de estándares internacionales de alta calidad requiere también generar nuevas capacidades de los grupos de investigación en la escritura científica. Efectivamente, la visibilidad coadyuva a que las IES actúen plenamente como centros de conocimiento, ya que fomenta la publicación de investigaciones por parte de la comunidad académica a través de formatos estandarizados para la escritura científica conocidos internacionalmente como Introducción, Métodos, Resultados y Discusión (IMRD).

Reconociendo que los avances en la ciencia dependen del riguroso proceso de publicación científica, en este libro se aplica el formato IMRD, el cual proporciona un marco ampliamente reconocido y utilizado por la comunidad científica para la publicación de los resultados de sus trabajos de investigación. Al aplicar el formato IMRD, el primer capítulo de este libro describe el marco conceptual de esta investigación educativa a través de ideas teóricas y experiencias prácticas sobre: 1) *Marcos éticos, teóricos y conceptuales*, 2) *Tipologías, redes neuronales y aprendizaje*, y 3) *Tendencias para la Innovación Educativa*.

Estas ideas promueven la reflexión sobre la capacidad que tiene la inteligencia artificial (IA) para hacer frente a algunos de los mayores desafíos que afronta la educación para desarrollar prácticas de enseñanza y aprendizaje innovadoras y así, coadyuvar al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con la educación de calidad.

En el segundo capítulo se describe el método de investigación que se utilizó para realizar este estudio, el cual se seleccionó con base en las preguntas de investigación que se plantearon. Con el propósito de generar información que permitiera aportar respuestas, se aplicaron herramientas basadas en IA generativa y complementó el análisis con una Revisión Sistemática de la Literatura (SLR) de diversas bases de datos bibliográficas que integran una colección de reconocidas publicaciones de carácter académico y científico. Este es un método riguroso y sistemático que permite identificar, evaluar y sintetizar la evidencia disponible en relación con una pregunta de investigación específica.

En el tercer capítulo, se presentan los resultados que se obtuvieron al revisar la literatura sobre los Marcos Éticos, Teóricos y Conceptuales. Se precisa que estos son solo algunos de los tipos de marcos relacionados con el campo de estudio de la inteligencia artificial. Dependiendo de las necesidades y los objetivos planteados en los proyectos de IA, se reconoce que puede ser necesario utilizar múltiples tipos de marcos que permitan abordar diversos aspectos. También se presentan los resultados relacionados con las Tipologías, Redes Neuronales y el Aprendizaje, elementos fundamentales de la inteligencia artificial, ya que permiten a los modelos y sistemas mejorar su desempeño.

Por último, las Tendencias para la Innovación Educativa se describen a través de los resultados que se obtuvieron sobre la aplicación de la IA generativa en el campo de la educación y su potencial para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Se presentan algunas de las aplicaciones en la

educación que se han desarrollado con base en la IA para fortalecer: Contenido Educativo Creativo, Personalización del Aprendizaje, Actividades de aprendizaje, Evaluación Automatizada, Traducción Automatizada, Juegos Educativos, Simulaciones Inmersiva e Interactivas y Asistentes Virtuales de Aprendizaje. También se describen algunos ejemplos de los países líderes que están avanzando en la incorporación de la IA en la educación.

En el último capítulo se presenta una síntesis de las principales conclusiones derivadas de este estudio que aportan respuestas a las preguntas de investigación y se plantea la oportunidad de actualizar las prácticas y contenidos educativos para que sean acordes a esta nueva realidad que ofrece la IA. Esto conlleva el desafío pedagógico de incorporarla adecuadamente al currículo escolar y la imperativa necesidad de fortalecer la formación docente.

Para la UNESCO, el enfoque de la IA centrado en el ser humano debe promover la solución de las desigualdades actuales en materia de acceso al conocimiento, la investigación y la diversidad de las expresiones culturales, y garantizar que la IA no amplíe la brecha tecnológica. Así, la promesa de la “*IA para todos*” debe permitir que cada cual pueda sacar provecho de la revolución tecnológica en curso y acceder a sus frutos, fundamentalmente en términos de innovaciones y conocimientos.



## I. INTRODUCCIÓN

En todas las naciones, el acceso universal a la educación de las personas constituye un derecho esencial para la construcción de la paz y el desarrollo sostenible. A pesar de los esfuerzos que se han realizado durante las últimas décadas, los sistemas educativos de muchos países aún enfrentan problemas estructurales que obstaculizan el logro de una educación expandida que combine elementos de la educación formal, la enseñanza informal y el uso de las nuevas tecnologías. Esta prioridad hace imprescindible perfeccionar las políticas educativas, y enfocarlas a ofrecer una educación de calidad que promueva la inclusión y la equidad (UNESCO, 2007).

Desde un enfoque sistémico, la calidad de la educación representa las características o rasgos de los insumos, procesos, resultados y productos educativos que la singularizan y la hacen distinguirse. Al definir la calidad educativa es importante considerar que la educación es un “*sistema complejo*”, ya que tanto la totalidad como la unidad existen debido a la diversidad, por lo que la unidad o totalidad es la síntesis de múltiples determinaciones. Un sistema complejo se caracteriza porque contiene múltiples subsistemas fuertemente conectados. Por ello, la educación es también considerada como un ecosistema que articula la integración cultural, la movilidad social y el desarrollo sostenible de las sociedades (Gómez-Zermeño, 2016).

En la actualidad, el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) ha generado transformaciones en los sistemas educativos, al superar las barreras geográficas y expandir las oportunidades de aprendizaje. No obstante, la incorporación adecuada en los procesos de enseñanza-aprendizaje conlleva grandes desafíos pedagógicos; implica actualizar tanto el currículum escolar como la formación de docente. También demanda políticas públicas que aseguren la implementación sistémica de reformas a los sistemas educativos de manera integral (Gómez-Zermeño, 2012).

De acuerdo con la UNESCO (2022), la IA tiene la capacidad de hacer frente a algunos de los mayores desafíos que afronta la educación para desarrollar prácticas de enseñanza y aprendizaje innovadoras y así coadyuvar al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con la educación de calidad. No obstante, estos avances tecnológicos han generado importantes cambios paradigmáticos que implican numerosos riesgos y retos a superar, por lo que se requiere realizar investigación educativa que genere información sobre el uso de las TIC y la aplicación de la IA en la educación, y su relación con el desarrollo sostenible.

Para Casas (2016), el estudio de los avances tecnológicos siempre ha sido de gran interés para los investigadores; no únicamente porque representa la culminación de años de trabajo, sino porque representa el triunfo de la razón, y la aplicación práctica de la ciencia sobre la realidad material. Desde que el homo sapiens hizo su aparición sobre la faz de la tierra, se apropió de objetos o generó nuevos para asistirse en sus actividades cotidianas. Una piedra, un palo, una cuerda o una polea fueron los primeros instrumentos asistenciales de la vida cotidiana. Sus principios dependían de la fuerza física o de alguna motricidad mecánica. Sin embargo, la gran diferencia con la tecnología de hoy es que en su mayoría el principio es electrónico y digital.

Efectivamente, la tecnología puede ser un elemento disruptivo con la capacidad para generar cambios paradigmáticos. Por ejemplo, la concepción de la vida cotidiana para Berger y Luckmann (1966) se organizaba en función de la “*dimensión corporal del presente*”. Desde la aparición de la interacción asincrónica que ofrece el Internet, la noción del “*aquí y el ahora*” se alteró; en consecuencia, también se alteró la noción de una realidad mediada, y en donde los fenómenos de la vida social se amplían como el subproducto de una extensión espaciotemporal masiva (Giddens, 1984). Esto significa romper con los espacios temporales de antaño y experimentar eventos que pueden ser simultáneos o secuenciales,

sincrónicos o asincrónicos, alterando drásticamente la forma en que percibimos el mundo (Monge y Kalman, 1996).

En el informe “*Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas*”, elaborado por la UNESCO, se reporta que la introducción de la IA en los contextos educativos se remonta a la década de 1940. Explica que los investigadores estaban interesados en conocer la forma en que las computadoras podrían sustituir a la instrucción humana “*uno a uno*”; aunque se consideraba el enfoque más eficaz de la enseñanza, también se reconocía fuera del alcance de la mayoría de las personas (Bloom, 1984).

Buscando ilustrar el desarrollo de la IA, a continuación, se presenta una línea del tiempo simplificada de los hitos importantes y avances en este extenso campo de estudio:

- ✓ 1943: Warren McCulloch y Walter Pitts introducen el modelo de la neurona artificial.
- ✓ 1949: Donald Hebb propone la regla de aprendizaje Hebbiana.
- ✓ 1950: Alan Turing propone la prueba de Turing.
- ✓ 1951: Marvin Minsky y Dean Edmonds construyen la primera máquina de aprendizaje, la "SNARC".
- ✓ 1956: Se celebra la Conferencia de Dartmouth, con el inicio de la inteligencia artificial como campo de estudio.
- ✓ 1967: Dendral, el primer sistema experto, es desarrollado para el análisis químico.
- ✓ 1970s: Se desarrollan los primeros sistemas de procesamiento del lenguaje natural.
- ✓ 1979: Se presenta el "Mycin", un sistema experto para el diagnóstico médico.
- ✓ 1980: Se popularizan las máquinas de soporte vectorial (SVM) en el campo del aprendizaje automático.
- ✓ 1987: Se desarrolla el sistema ALVINN, un precursor de los sistemas de conducción autónoma.
- ✓ 1997: Se desarrollan los primeros sistemas de tutoría inteligente para apoyo educativo personalizado.

- ✓ 2006: Geoffrey Hinton y su equipo introducen las redes neuronales profundas para el reconocimiento de voz.
- ✓ 2011: IBM Watson se utiliza en la Universidad de Carolina del Norte para responder preguntas de estudiantes.
- ✓ 2016: AlphaGo, desarrollado por DeepMind, vence al campeón mundial de Go, Lee Sedol.
- ✓ 2020: Avances continuos en el aprendizaje profundo, la inteligencia artificial interpretativa y aplicaciones en salud, conducción autónoma y asistencia personalizada.
- ✓ 2023: Desarrollo de sistemas avanzados de tutoría adaptativa que utilizan técnicas de aprendizaje profundo.

Como se puede observar, los primeros intentos aplicaron técnicas de IA basadas en reglas para adaptar o personalizar automáticamente el aprendizaje de cada estudiante (Carbonell, 1970; Self, 1974). Desde entonces, la aplicación de la IA en la educación se ha desarrollado en múltiples direcciones, empezando por la IA orientada al estudiante (diseñada para apoyar el aprendizaje y la evaluación) para luego incluir también la IA orientada al docente (diseñada para apoyar la enseñanza) y la IA orientada al sistema (diseñada para apoyar la gestión de las instituciones educativas) (Baker et al., 2019; UNESCO, 2021a).

Bajo esta perspectiva, la interacción entre la IA y la educación va mucho más lejos, más allá de la aplicación de la IA para fortalecer el aprendizaje dentro de las aulas, hasta la enseñanza de sus técnicas y la preparación de las personas para vivir y colaborar en la era de la IA. Para la UNESCO (2021a), la introducción de la IA en la educación también pone de relieve otras cuestiones como la pedagogía, las estructuras organizativas, el acceso, la ética, la equidad y la sostenibilidad, considerando que para automatizar algo, primero hay que comprenderlo a fondo.

En la actualidad, la inteligencia artificial (IA) también se ha convertido en sinónimo de nuevas promesas, pero también de los riesgos que conlleva la masificación de las tecnologías digitales en las diferentes esferas de la vida económica y social

del siglo XXI. Expertos y medios de comunicación proyectan la idea de que robots con apariencia y capacidades humanas ya son una realidad a la vuelta de la esquina, realizando labores que podrían salvar vidas, transformar ciudades y educar niños, pero que también pondrán en peligro los puestos de trabajo de quienes no se adapten a esta nueva revolución tecnológica (BID, 2020).

Para la UNESCO (2021b), el desarrollo alcanzado por la IA demanda a los sistemas educativos una actualización que no se limite a su implementación en el aula. Actualizar las prácticas y contenidos para que sean acordes a esta nueva realidad que ofrece la IA conlleva el desafío pedagógico de incorporarla adecuadamente al currículo escolar y fortalecer la formación docente. También requiere el planteamiento de políticas públicas que aseguren la implementación sistémica de reformas a los sistemas educativos de manera integral, lo cual incluye asegurar la cobertura y calidad de la infraestructura, para lograr la equidad en el acceso, en los recursos, en la calidad de los procesos educativos y en los resultados de aprendizaje.

Para la comunidad educativa, desarrollar nuevas prácticas basadas en la aplicación de la IA implica romper paradigmas que se construyeron en una época en la que la tecnología no formaba parte de su contexto educativo. Es necesario comprender que no hay un solo ámbito de la vida humana que no se haya visto impactada por este desarrollo y que muchos de los alumnos jóvenes no han conocido el mundo sin tecnología. Para ellos las tecnologías digitales son mediadoras de gran parte de sus experiencias. Asimismo, es necesario ser capaz de reconocer que, en un mundo complejo, el ser humano posee la capacidad de adecuar su práctica educativa a las demandas que plantea la sociedad, para elevar así la educación inclusiva de calidad que promueva la equidad (Montiel & Gómez-Zermeño, 2022; Gómez-Zermeño & de la Garza, 2020).



En la actualidad, los marcos de la inteligencia artificial (IA) se pueden clasificar en varios tipos según su enfoque y aplicación. A continuación, se presentan algunos tipos más comunes (ChatGPT, 2023):

- *Marcos Teóricos*: Se basan en teorías y modelos matemáticos para abordar problemas de IA específicos. Estos marcos son fundamentales para el desarrollo de algoritmos y la comprensión de los fundamentos de la IA.
- *Marcos Conceptuales*: Se enfocan en proporcionar una estructura conceptual para entender los principios y conceptos clave de la IA. Ayudan a los investigadores y desarrolladores a comprender cómo funciona la IA en un nivel abstracto y a conceptualizar nuevos enfoques.
- *Marcos de Aprendizaje*: Se centran en el aprendizaje automático, proporcionando estructuras para la construcción de modelos de IA que puedan aprender y adaptarse a partir de datos.
- *Marcos de Aplicación*: Se relacionan con aplicaciones específicas de la IA en campos como la medicina, la robótica, la visión por computadora y el procesamiento del lenguaje natural. Proporcionan orientación sobre cómo aplicar la IA de manera efectiva en contextos concretos.
- *Marcos de Desarrollo*: Proporcionan estructuras de desarrollo y metodologías para la creación de sistemas de IA. Pueden incluir metodologías ágiles, marcos de trabajo de desarrollo de software y prácticas recomendadas para la construcción de sistemas de IA.
- *Marcos de Seguridad*: Se centran en la seguridad de los sistemas de IA y abordan cuestiones como la protección contra ataques cibernéticos, la integridad de los datos y la mitigación de riesgos asociados a la IA.
- *Marcos Éticos*: Se centran en la ética y la responsabilidad en el desarrollo y uso de la IA. Proporcionan directrices y

principios para garantizar que la IA se utilice de manera ética y beneficie a la sociedad, abordando cuestiones como la privacidad, la equidad y la transparencia.

- *Marcos Regulatorios y Políticos*: Son establecidos por gobiernos y organizaciones para regular el desarrollo y el uso de la IA. Pueden incluir leyes, regulaciones y políticas relacionadas con la privacidad, la responsabilidad y otros aspectos legales de la IA.

Estos son algunos de los tipos de marcos relacionados con el campo de estudio de la inteligencia artificial. Sin embargo, dependiendo de las necesidades y los objetivos planteados en los proyectos de IA, puede ser necesario utilizar múltiples tipos que permitan abordar diversos aspectos teóricos y conceptuales.

En relación con la ética, algunos países preocupados por el vertiginoso avance tecnológico de la IA han solicitado que investiguen sus alcances. Dentro de este contexto, la regulación europea que entrará en vigor en 2024 tiene como objetivo principal abordar los riesgos generados por los distintos usos de la IA a través de “*un conjunto de normas complementarias, proporcionadas y flexibles*”. Conocida como Ley de Inteligencia Artificial, se enfoca principalmente en fortalecer las reglas sobre la calidad de los datos, la transparencia, la supervisión humana y la responsabilidad sobre esta tecnología (Rincón Andreu, 2021; Sancho, 2020; Colcelli & Burzagli, 2021).

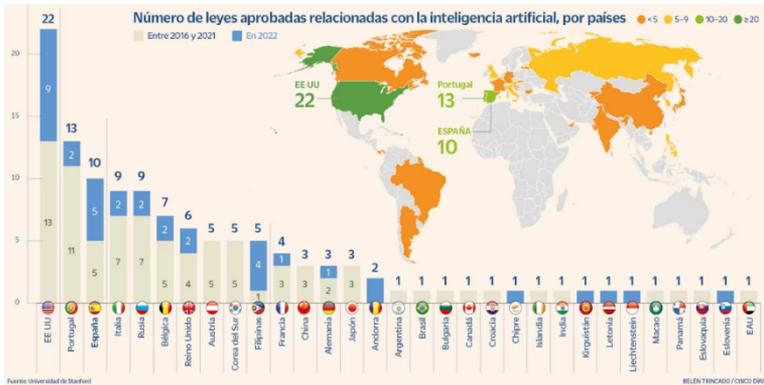
Para determinar si existe un consenso global con respecto a los principios éticos que deben regir las aplicaciones de IA y contribuir a la formación de futuras regulaciones, Corrêa et al. (2023) realizaron un meta-análisis de 200 políticas de gobernanza y directrices éticas para el uso de la IA publicadas por organismos públicos e instituciones académicas, empresas privadas y organizaciones de la sociedad civil en todo el mundo.

A partir de estos análisis, se generó información que contribuye como guía para las discusiones que se están llevando a cabo sobre cómo regular la inteligencia artificial, indicando qué objetivos y requisitos mínimos deberían ser protegidos por la futura legislación para el perfeccionamiento y la creación de nuevas herramientas normativas para gobernar las tecnologías de IA.

Por su parte, el reporte del Índice de la inteligencia artificial 2023, elaborado por la Universidad de Stanford, muestra que Occidente y algunos países asiáticos están creando cada vez más normas (Maslej, et al., 2023). Este documento revela que, según los registros legislativos de 127 países analizados, en 31 Estados ya han aprobado por lo menos una ley relacionada con esta tecnología. En total, se han decretado más de 125 normas a nivel global, y 37 de estas se aprobaron tan solo en 2022. Estados Unidos encabeza la lista del reporte, con 22 leyes aprobadas, seguido de Portugal y España, con 13 y 10 leyes, respectivamente. Empatán en el cuarto puesto Italia y Rusia, con 9 leyes cada una, y les sigue Bélgica, con 7, y Reino Unido, con 6 (ver figura 1).

**Figura 1.**

*Países con leyes para la IA*



Hoy en día, los marcos éticos son adoptados por organizaciones, instituciones gubernamentales y empresas para orientar sus políticas y prácticas en el campo de la inteligencia artificial. También por los grupos de trabajo dedicados a la ética de la IA que contribuyen a la formulación y promoción de prácticas éticas en la comunidad de la IA.

Por ejemplo, la Universidad de Montreal inició los trabajos para elaborar la Declaración de Montreal para el desarrollo responsable de la inteligencia artificial, con el objetivo posicionar el desarrollo de la IA al servicio del bienestar de todos y guiar el cambio social mediante el desarrollo de recomendaciones con una fuerte legitimidad democrática, a través de los siguientes objetivos específicos (Bengio, Dilhac & Maroşan, 2018):

1. Desarrollar un marco ético para el desarrollo y despliegue de la IA.
2. Orientar la transición digital para que todos puedan beneficiarse de esta revolución tecnológica.
3. Abrir un espacio de diálogo nacional e internacional para lograr colectivamente un desarrollo inclusivo, equitativo y ecológicamente sostenible de la IA.

Sin embargo, no hay un consenso sobre la conveniencia de contar con distintas regulaciones a nivel regional o una regulación a nivel global para la IA. Si bien algunos expertos coinciden en la idoneidad de una “declaración mundial sobre la inteligencia artificial”, también descartan que un tratado de este tipo sea probable, posible o efectivo. En el contexto europeo coinciden en que una legislación facilitará el desarrollo de la tecnología IA en esta región (Peralta, 2023).



Un modelo de IA es una representación matemática o computacional que se utiliza para resolver tareas y problemas específicos mediante el aprendizaje y la toma de decisiones automatizada. Estos modelos son esenciales, ya que son la base de aplicaciones y sistemas. Se entrena utilizando datos y ejemplos relevantes para aprender patrones y reglas que le permitan realizar una tarea específica o tomar decisiones en función de las entradas que recibe. Estos modelos pueden variar en complejidad y arquitectura, y se seleccionan según la naturaleza de la tarea que se va a abordar (Martínez, Frausto & Monroy-Borja, 2015).

En la IA, el aprendizaje puede ocurrir en diferentes niveles de complejidad, desde modelos más simples, hasta redes neuronales profundas y algoritmos de aprendizaje profundo que son capaces de aprender representaciones complejas y abordar tareas sofisticadas. Bajo este enfoque, el objetivo final del aprendizaje en la IA es que el modelo generalice nuevos datos, es decir, que pueda realizar predicciones precisas o tomar decisiones acertadas en situaciones que no ha visto durante el entrenamiento (Monroy-Borja, 1993).

Dentro de este contexto, la red neuronal es un modelo computacional inspirado en la estructura y el funcionamiento del cerebro humano. Estas redes se utilizan para aprender y realizar tareas específicas, como clasificación, reconocimiento de patrones, procesamiento de lenguaje natural y más. A menudo se las llama "redes neuronales artificiales" o "redes neuronales de máquinas" para distinguirlas de las redes neuronales biológicas en el cerebro. Una red neuronal artificial consta de una colección de unidades de procesamiento llamadas "neuronas artificiales" o "nodos". Estas neuronas están organizadas en capas, incluyendo una capa de entrada donde se introducen los datos, una o varias capas ocultas que realizan cálculos intermedios y una capa de salida que proporciona el resultado de la red. Cuando el número de capas es grande, a la red se le denomina profunda.

De esta forma, las neuronas artificiales están conectadas entre sí a través de conexiones ponderadas. Cada conexión tiene un peso que controla la influencia de una neurona en otra y el proceso de aprendizaje en una red neuronal implica ajustar estos pesos para que la red pueda realizar la tarea deseada de manera eficiente. Así, el funcionamiento de una red neuronal se basa en la propagación hacia adelante (*feedforward*) y la propagación hacia atrás (*backpropagation*). Como se puede observar, las redes neuronales pueden ser muy simples o extremadamente complejas, dependiendo de la tarea y la arquitectura utilizada (Ciaburro & Venkateswaran, 2017; Wu & Feng, 2018; Islam, Chen & Jin, 2019; Doug, 2020).

Hoy en día, el modelo de las "Redes Neuronales Generativas Adversarias", las "Redes de Memoria Larga de Corto Plazo, y los "Transformadores son utilizados por la Inteligencia Artificial Generativa (IAG), una rama de la IA que se enfoca en la generación de contenido original a partir de datos existentes. Esta tecnología utiliza algoritmos y redes neuronales avanzadas para aprender de textos e imágenes, y luego generar contenido nuevo y único, que pareciera haber sido creado por un ser humano, por lo que la IAG se utiliza en una variedad de aplicaciones creativas (ChatGPT, 2023):

- *Generación de Imágenes*: Los sistemas generativos pueden crear imágenes realistas de objetos, paisajes, personas y más. Se utilizan en aplicaciones de diseño gráfico, creación de arte digital y generación de contenido visual.
- *Generación de Texto*: Los modelos generativos pueden producir texto coherente y convincente en una variedad de estilos y temas. Esto se utiliza en la creación de contenido, generación de texto automático y en aplicaciones de chatbots.
- *Generación de Música*: Los sistemas de IA generativa pueden componer música original en diferentes géneros y

estilos. Se aplican en la creación de música para películas, videojuegos y otros medios.

- *Creación de Video*: La inteligencia artificial generativa se emplea para la generación de secuencias de video, efectos visuales y animaciones. Esto se utiliza en la producción de contenido multimedia y en efectos especiales.
- *Diseño y Estilo*: Los sistemas generativos pueden ayudar en el diseño gráfico, la creación de logotipos, ilustraciones y patrones visuales.
- *Traducción y Generación Multilingüe*: La inteligencia artificial generativa se utiliza en la traducción automática de texto y la generación de contenido en varios idiomas.
- *Simulación y Realidad Virtual*: Los sistemas generativos se aplican en la creación de entornos virtuales, mundos de juegos y simulaciones interactivas.
- *Creatividad Asistida por IA*: La inteligencia artificial generativa puede ayudar a creadores humanos a generar ideas, sugerir diseños y mejorar la creatividad en diversas disciplinas.

Como se puede observar, la inteligencia artificial generativa ha avanzado significativamente y tiene un gran potencial para la creación de contenido diverso y atractivo a partir de ejemplos o patrones aprendidos de un conjunto de datos de entrenamiento. Sin embargo, también plantea desafíos éticos, como la generación de contenido falso o engañoso y se deben considerar cuestiones relacionadas con la autoría y los derechos de propiedad intelectual (UNESCO, 2021c; United Nations System, 2022).



Diversos estudios reportan que la inteligencia artificial se instala progresivamente en las agendas de países del primer mundo y a su vez, a menor escala, se habla de inteligencia artificial en Latinoamérica. Sin embargo, la posición de liderazgo en inteligencia artificial puede cambiar con el tiempo debido a factores como inversiones, regulaciones y avances tecnológicos. A continuación, se listan los países que actualmente destacan.

### Figura 2.

*Países que destacan en IA*



- *Estados Unidos*: Con Silicon Valley y la presencia de empresas tecnológicas líderes como Google, Facebook, Apple, Microsoft y muchos startups de IA, ha sido un líder indiscutible en el desarrollo y la adopción de tecnologías de inteligencia artificial.
- *Canadá*: Montreal siempre se ha posicionado como un centro destacado de investigación en IA, gracias a la presencia de investigadores y un ambiente propicio para la investigación.
- *Reino Unido*: Cuenta con universidades de prestigio y una comunidad de investigación sólida en inteligencia artificial y en Londres se encuentra un centro de innovación IA.

- *Alemania y otros países europeos*: Al igual que otros países como Francia, los países europeos también han estado invirtiendo en IA y colaborando en iniciativas de investigación en la Unión Europea.
- *Israel*: Desarrolla tecnologías de inteligencia artificial avanzadas, posee experiencia en ciberseguridad, promoviendo la investigación y el desarrollo tecnológico en IA.
- *China*: Invierte masivamente en inteligencia artificial y ha emergido como un competidor significativo. Empresas chinas como Alibaba, Tencent y Baidu, junto con el respaldo del gobierno chino, han impulsado el desarrollo y la adopción de IA en el país.
- *Singapur*: Invierte en IA y tecnologías relacionadas, y se ha esforzado por convertirse en un centro de innovación en Asia.

Entre los países que se destacan por el uso de la IA en la educación se encuentra China, el cual invierte significativamente en tecnologías educativas basadas en inteligencia artificial para fortalecer sus programas educativos. La inversión en tecnología educativa basada en inteligencia artificial refleja un compromiso con la mejora de la calidad de la educación y el acceso a oportunidades de aprendizaje personalizadas.

Otros países líderes en tecnología y educación, como Estados Unidos, el Reino Unido, Canadá y otros, también han implementado soluciones basadas en la IA en sus sistemas educativos. Estos países están utilizando la inteligencia artificial para personalizar el aprendizaje, automatizar la evaluación, recopilar y analizar datos educativos, ofrecer tutoría virtual y desarrollar plataformas de aprendizaje en línea. Sin embargo, el grado de adopción y el enfoque específico varían según el país y las instituciones educativas (Zahra, & Nurmandi, 2021).

En México, el uso de la inteligencia artificial en la educación ha estado creciendo en los últimos años. Tanto instituciones educativas como empresas de innovación tecnológica han estado implementando soluciones basadas en inteligencia artificial para mejorar el aprendizaje y la enseñanza en el país.

Dentro de este contexto, la adopción de la inteligencia artificial en la educación en México está diseñada para mejorar la calidad de la enseñanza y facilitar el acceso a oportunidades de aprendizaje personalizado. De acuerdo con la Universidad Abierta y a Distancia de México, la IA ha está cambiando la forma en que se lleva a cabo la enseñanza y el aprendizaje. Advierten que el uso de la IA en la educación también plantea implicaciones importantes que deben ser cuidadosamente consideradas.

Una de las implicaciones más notables del uso de la IA en la educación es la personalización del aprendizaje, toda vez que la IA tiene la capacidad de analizar datos de los estudiantes, como su estilo de aprendizaje, las preferencias y las habilidades para adaptar la instrucción a sus necesidades específicas, esto permite que los estudiantes reciban una experiencia de aprendizaje individualizada y ajustada a su ritmo y nivel de habilidad (UADM, 2023).

A medida que la tecnología continúa avanzando, es probable ver un mayor uso de la inteligencia artificial en el ámbito educativo en México, Latinoamérica y en todo el mundo. Se espera que los avances de la IA puedan contribuir especialmente a la personalización del aprendizaje, a la realización de las tareas rutinarias de los docentes y al análisis de datos a nivel de los sistemas escolares (Barredo, de la Garza, Torres & López 2021).

Es necesario considerar que el uso de la IA en la educación IAG también plantea desafíos en relación con la creatividad y la propiedad intelectual, en particular, la preocupación creciente de cómo validar autoría en trabajos elaborados por los diversos actores de la comunidad educativa.

## II. MÉTODO

Es una realidad que IA tiene la capacidad de hacer frente a algunos de los mayores desafíos que afronta la educación; sin embargo, existe poca información sobre la aplicación de sus marcos éticos, teóricos y conceptuales en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En el campo de las ciencias de la educación, aún se desconocen las tipologías, los modelos de redes neuronales y los enfoques el aprendizaje que se aplican en la IA. Aunque en algunos países están implementado programas educativos, la mayoría de las figuras educativas desconoce las principales tendencias y las funcionalidades de las herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAG) que se pueden utilizar para la innovación educativa (UNESCO, 2022).

Con el objetivo de explorar los avances de la IA en la educación, la investigación educativa propuesta buscó generar información relevante que permitiera aportar respuestas a las preguntas:

- *¿De qué manera los marcos éticos, teóricos y conceptuales brindan enfoques para coadyuvar a un mejor conocimiento, desarrollo y aplicación de la IA?*
- *¿Cuáles son las principales tipologías, las tipologías de redes neuronales y el enfoque de aprendizaje que se aplican en la IA?*
- *¿Qué tendencias de IAG promueven la innovación educativa y cuáles son los países líderes en el desarrollo y aplicación de la IA en sus programas educativos?*

De acuerdo con Keeves (1988), es importante reconocer que en investigación educativa existen diferentes paradigmas y epistemologías, formas de conocer y construir conocimiento; surgiendo así distintas concepciones y significados de lo que es investigar. Por ejemplo, Elliott (1978) afirma que la investigación educativa se contempla como una reflexión diagnóstica de la práctica educativa, mientras que Stenhouse (1985) la concibe como una indagación sistemática y

mantenida, planificada y autocrítica, que se encuentra sometida a la crítica pública y comprobaciones empíricas.

Al respecto, Schmelkes (2001) explica que existe una creencia común, derivada de la correspondencia histórica entre marcos teóricos y metodológicos, de que las técnicas seleccionadas por los investigadores los ubican automáticamente dentro de una determinada corriente teórica que, a su vez, supone una determinada opción frente al hecho educativo como objeto de transformación. Advierte que la aplicación mecánica de paradigmas a técnicas adolece de un excesivo simplismo y entorpece importantes procesos de investigación educativa; establece barreras, muchas veces ficticias y genera mecanismos de control social que limitan las opciones de los investigadores.

También explica que lo que puede en realidad distinguir a los investigadores entre sí, es su enfoque epistemológico y no la selección de técnicas determinadas. Es en última instancia, la forma como el investigador considera que se puede conocer la realidad, el valor que le da al dato, su forma de concebir los procesos, el método por el que arriba a explicaciones tentativas, la manera como las somete a prueba, el estilo de controlar lo que anticipa sobre la realidad con lo que la realidad le indica, lo que sustenta diferencias esenciales en la forma de abordar el quehacer científico en educación. En el diseño de una investigación, la selección de técnicas es totalmente independiente del enfoque epistemológico del investigador y deben seleccionarse con base en un conjunto de factores adicionales, entre los cuales siempre deberá prevalecer la naturaleza de la pregunta de investigación (Schmelkes, 1993).

Con base en las preguntas de investigación planteadas, se propuso realizar un estudio exploratorio basado en una revisión documental con el objetivo de generar información relevante que permita fortalecer el conocimiento de las siguientes temáticas:

- Marcos éticos, teóricos y conceptuales de la IA
- Tipologías de IA y de redes neuronales, y los enfoques de aprendizaje aplicados en la IA
- Tendencias en IAG y países líderes en la aplicación de la IA en sus programas educativos

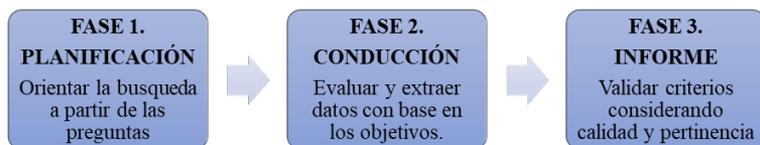
Hernández-Sampieri (2018), explica que los estudios exploratorios se caracterizan por ser más flexibles en su metodología y se realizan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes, y sirven para familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos. Para Reyes y Carmona (2020), la revisión documental en la investigación exploratoria consiste en el acercamiento al tema de estudio mediante datos bibliográficos o información documental que tengan vínculo directo con el problema de investigación. Su objetivo es dirigir la investigación primeramente relacionando datos ya existentes que proceden de distintas fuentes, y posteriormente proporcionar una visión panorámica y sistemática elaborada en múltiples fuentes.

También se propuso realizar el estudio exploratorio a través de una Revisión Sistemática de la Literatura que utilizara tanto herramientas de IAG como las bases de datos bibliográficas que integran una colección de reconocidas publicaciones de carácter académico y científico.

Una revisión sistemática de la literatura (SLR) es un método riguroso y sistemático para identificar, evaluar y sintetizar la evidencia disponible en relación con una pregunta de investigación específica. De acuerdo con Ramírez-Montoya y García-Peñalvo (2018), las SLR se emplean para identificar, evaluar e interpretar los datos disponibles dentro de un periodo de tiempo de un determinado campo de investigación. El proceso de esta revisión consta de 3 fases y está sustentado, en términos generales, en directrices enfocadas en la realización de SLR en ingeniería de software (Brereton, Kitchenham, Budgen, Turner y Khali, 2007).

### Figura 3.

*Fases de la revisión sistemática de la literatura (Ramírez-Montoya y García-Peñalvo, 2018)*



Al realizar el SLR se propuso consultar reconocidas bases de datos bibliográficas, privilegiando las publicaciones de acceso abierto. En la actualidad, la democratización del conocimiento, como bien común, ha tenido un motor dinamizador a través de la ciencia abierta. Un punto importante en la ciencia abierta lo constituyen, sin duda, los procesos éticos, para mantener altos estándares de integridad y conciencia. Así, la ciencia abierta, como bien común, abre posibilidades para el desarrollo de las naciones a través de innovaciones y construcciones colaborativas (Ramírez-Montoya, 2023).

También se utilizaron herramientas de IAG como ChatGPT, chatbot conversacional desarrollado recientemente y creado por OpenAI, el cual puede facilitar a los instructores la aplicación de la IA en la enseñanza y el aprendizaje. ChatGPT utiliza el procesamiento del lenguaje natural para generar respuestas similares a las humanas a las entradas del usuario. Ha llamado la atención en todo el mundo por su impresionante desempeño en la generación de respuestas coherentes, sistemáticas e informativas (Baidoo-Anu & Ansah, 2023; Lo, 2023).

Es importante especificar que, tanto al realizar el SLR como al consultar el ChatGPT, la autora aplicó diversos criterios de calidad, pertinencia y equidad para seleccionar los materiales bibliográficos de cada temática (Flores, Leyva & Santoyo, 2017). Se aplicaron criterios del área de Bibliotecología, seleccionados y validados en diversas investigaciones educativas relacionadas con las bibliotecas digitales (Gómez-Zermeño, 2012; Portugal et al., 2019).

### **III. RESULTADOS**

En esta sección se presentan los principales resultados que se obtuvieron al realizar este estudio exploratorio con el objetivo de generar información relevante que permitiera aportar respuestas a las preguntas de investigación planteadas. En los trabajos de exploración se aplicó una metodología basada en las fases que fueron recomendadas por trabajos realizados por Ramírez-Montoya y García-Peñalvo (2018).

#### **FASE 1**

- Marcos éticos, Marcos teóricos, Marcos conceptuales
- Tipologías, Redes neuronales, Enfoques de aprendizaje en IA.
- Tendencias en IAG para la innovación educativa y países líderes en la aplicación de la IA en sus programas Educativos.

#### **FASE 2**

- Planteamiento de las preguntas para consultarlas en la herramienta ChatGPT.
- Selección de palabras clave para la búsqueda de publicaciones académicas y científicas en las bases de recursos bibliográficos que ofrece la Biblioteca Digital del Tecnológico de Monterrey.

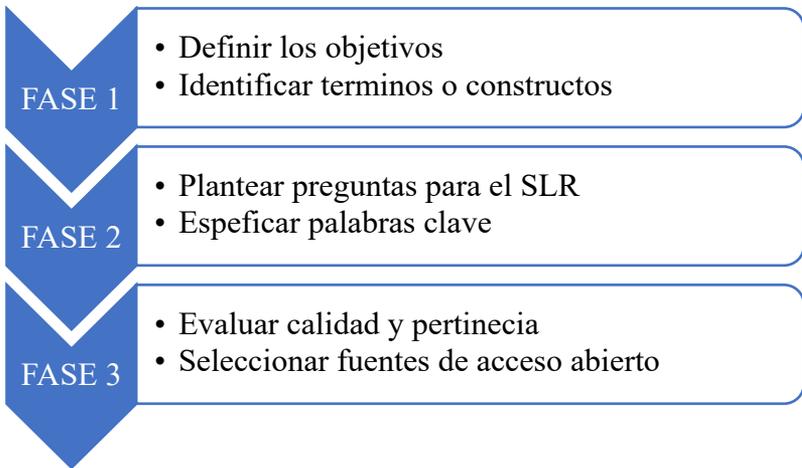
#### **FASE 3**

- Calidad: Valorar la información o los recursos bibliográficos en relación con estándares de procesos (evaluación de pares), productos (impacto y visibilidad).
- Pertinencia: Revisar la congruencia del contenido con los objetivos planteados.
- Equidad: Acceso abierto al contenido, Licencia Creative Commons.

Durante la primera fase, se planificaron los trabajos y se identificaron los términos o constructos a partir de cada uno de los objetivos que se plantearon. En la segunda fase, se plantearon las preguntas para el ChatGPT y las palabras clave para los motores de búsqueda de recursos bibliográficos digitales. Por último, se revisó la calidad y pertinencia de la información generada, y como criterio de equidad se privilegió la selección de fuentes de acceso abierto. Para cada término o constructo se seleccionaron de 3 a 5 fuentes bibliográficas, las cuales también permitieron valorar la información generada a través de ChatGPT.

**Figura 3.**

*Fases del análisis de resultados*



Aunque se reconoce que aún existe una polémica en el uso de herramientas de IAG, los estudios recientes demuestran su aplicación para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje y la innovación educativa. En relación con la investigación, UNESCO (2023a) explica que los investigadores pueden utilizar ChatGPT en distintas fases del proceso de investigación y también sugiere utilizar esta herramienta para complementar la información de publicaciones académicas.



contexto, los marcos éticos representan un conjunto de factores que se integran para garantizar que el diseño, desarrollo, la implementación y la evaluación de la inteligencia artificial, se realicen de manera ética y responsable. Estos marcos éticos son esenciales para abordar inquietudes relacionadas con la privacidad, la equidad, la transparencia y el impacto social de la IA.

Algunos de los marcos éticos comunes de la inteligencia artificial proponen que se integren los siguientes componentes (ChatGPT, 2023):

1. *Principios*: Establecen la importancia de la ética en el desarrollo y uso de la IA, enfatizando la necesidad de responsabilidad en el diseño de sistemas de IA.
2. *Transparencia*: Enfatizan la importancia de hacer que los sistemas de IA sean transparentes y explicables, de modo que las decisiones de la IA puedan entenderse y verificarse.
3. *Equidad*: Enfatizan la importancia de garantizar que los sistemas de IA no perpetúen sesgos o discriminación y que sean equitativos en su impacto en diferentes grupos de personas.
4. *Privacidad*: Destacan la necesidad de proteger la privacidad de los datos de los usuarios y garantizar la seguridad de la información utilizada por los sistemas de IA.
5. *Rendición de cuentas*: Enfatizan la importancia de la rendición de cuentas en el desarrollo y la implementación de la IA, incluida la supervisión y la auditoría de sistemas de IA.
6. *Colaboración internacional*: Promueven la colaboración a nivel internacional para abordar desafíos éticos y garantizar estándares éticos globales en la IA.

7. *Beneficio social*: Enfatiza que la IA debe utilizarse para el beneficio de la sociedad en general y no para perjudicar a las personas o grupos.
8. *Evaluación de impacto*: Recomienda la realización de evaluaciones de impacto ético antes de implementar sistemas de IA, para identificar y abordar posibles implicaciones éticas.
9. *Gobernanza*: Abogan por la necesidad de una gobernanza adecuada y regulaciones que guíen el desarrollo y el uso de la IA de manera ética.
10. *Educación y capacitación*: Promoción de la educación y la capacitación en ética de la IA es fundamental para que las personas involucradas en la creación y uso de sistemas de IA entiendan y apliquen principios éticos.

Con el propósito de aplicar estos componentes, las organizaciones globales han formulado recomendaciones diseñadas para promover el desarrollo y la implementación ética de la IA y abordar cuestiones de privacidad, equidad, seguridad, y otros aspectos. Entre las organizaciones más prominentes que han emitido principios y directrices para el uso de la inteligencia artificial:

- *Principios para el uso ético de la inteligencia artificial en el Sistema de las Naciones Unidas*: Las Naciones Unidas han explorado la ética en la IA, considerando temas como los derechos humanos, la transparencia y la justicia, y han fomentado un enfoque global en la formulación de principios éticos en la IA.
- *Directrices éticas para una IA fiable de la Unión Europea*: La Unión Europea ha desarrollado directrices éticas para la IA que abordan cuestiones como la equidad, la responsabilidad y la seguridad. Estas directrices también hacen hincapié en la necesidad de salvaguardar los derechos humanos y la privacidad.

Estos marcos éticos sirven como guía para los desarrolladores, investigadores y usuarios de tecnología de IA, ayudándoles a tomar decisiones éticas y a garantizar que la IA se utilice de manera responsable y en beneficio de la sociedad.

### *Resultados del SLR sobre los “Marcos Éticos”*

Con el propósito de profundizar en la identificación de los diferentes marcos éticos, se realizó una revisión sistemática de la literatura. Es importante señalar que en este libro se describen los marcos teóricos que el grupo de expertos consideraron pertinentes para aportar respuestas a las preguntas de investigación planteadas. En la siguiente tabla, se presentan los principales resultados.

**Tabla 1.**

### *Resultados del SLR “Marcos Éticos”*

<b>Organizaciones</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
<i>Principios para el uso ético de la inteligencia artificial en el Sistema de las Naciones Unidas</i>  (NACIONES UNIDAS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– United Nations System. (2022).</li> <li>– Hogenhout, L. (2021).</li> <li>– Fournier-Tombs, E. (2021).</li> <li>– Breczko, A., Filipkowski, W., &amp; Kraśnicka, I. (2021).</li> <li>– Ryan, M., Antoniou, J., Brooks, L., Jiya, T., Macnish, K., &amp; Stahl, B. (2020).</li> </ul>	En septiembre de 2022, la Junta de los Jefes Ejecutivos del Sistema de las Naciones Unidas para la Coordinación respaldó los Principios para el uso ético de la inteligencia artificial en el sistema de las Naciones Unidas, desarrollados a través del Comité de Alto Nivel sobre Programas (HLCP). Estos Principios fueron desarrollados por un flujo de trabajo codirigido por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Oficina de Tecnología de la Información y las Comunicaciones de la Secretaría de las Naciones Unidas (OTIC), en el Grupo de Trabajo Interinstitucional del HLCP sobre Inteligencia Artificial. Se basan en la Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial

Organizaciones	Autores	Sinopsis
		<p>adoptada por la Conferencia General de la UNESCO. Este conjunto de diez principios, basados en la ética y los derechos humanos, tiene como objetivo guiar el uso de la inteligencia artificial (IA) en todas las etapas del ciclo de vida de un sistema de IA en todas las entidades del sistema de las Naciones Unidas. Está destinado a ser leído junto con otras políticas relacionadas y el derecho internacional, e incluye los siguientes principios: no hacer daño; finalidad definida, necesidad y proporcionalidad; seguridad y protección; equidad y no discriminación; sostenibilidad; derecho a la privacidad, protección de datos y gobernanza de datos; autonomía humana y supervisión; transparencia y explicabilidad; responsabilidad y rendición de cuentas; e inclusión y participación.</p>
<p><i>Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial</i>  (UNESCO)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- UNESCO. (2019).</li> <li>- Morandín-Ahuerma, F. (2023).</li> <li>- Blanchard, A., &amp; Taddeo, M. (2023).</li> <li>- Corrêa, N. K., Galvão, C., Santos, J. W., Del Pino, C., Pinto, E. P., Barbosa, C., ... &amp; de</li> </ul>	<p>En noviembre de 2021, la UNESCO elaboró la primera norma mundial sobre la ética de la IA: la "Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial". Este marco fue adoptado por los 193 Estados miembros. Esta recomendación aborda las cuestiones éticas relacionadas con el ámbito de la inteligencia artificial en la medida en que competen al mandato de la UNESCO. Aborda la ética de la IA como una reflexión normativa sistemática, basada en un marco integral, global, multicultural y evolutivo de valores, principios y acciones interdependientes, que</p>

Organizaciones	Autores	Sinopsis
	<p>Oliveira, N. (2023).</p> <p>– Resseguier, A., &amp; Rodrigues, R. (2021).</p>	<p>puede guiar a las sociedades a la hora de afrontar de manera responsable los efectos conocidos y desconocidos de las tecnologías de la IA en los seres humanos, las sociedades y el medio ambiente y los ecosistemas, y les ofrece una base para aceptar o rechazar las tecnologías de la IA. Considera la ética como una base dinámica para la evaluación y la orientación normativas de las tecnologías de la IA, tomando como referencia la dignidad humana, el bienestar y la prevención de daños y apoyándose en la ética de la ciencia y la tecnología.</p>
<p><i>Directrices éticas para una IA fiable</i></p> <p>(UNIÓN EUROPEA)</p>	<p>– Comisión Europea (2019).</p> <p>– AI Hleg, (2019).</p> <p>– Ala-Pictilä, P., Bonnet, Y., Bergmann, U., Bielikova, M., Bonefeld-Dahl, C., Bauer, W., ... &amp; Van Wynsberghe, A. (2020).</p> <p>– Radclyffe, C., Ribeiro, M., &amp; Wortham, R. H. (2023).</p> <p>– Freiman, O. (2023).</p>	<p>Como parte de su estrategia europea para la Inteligencia Artificial (IA), y como respuesta a las crecientes cuestiones éticas que plantea esta tecnología, la Comisión Europea creó un Grupo de Expertos de Alto Nivel independiente en Inteligencia Artificial. Se le encomendó la tarea de redactar dos resultados: Directrices de ética de IA y Recomendaciones de políticas e inversión. Se publicó su primer producto, en el que se presentaba un marco integral para lograr una “IA confiable” al ofrecer orientación ética a los profesionales de la IA.</p> <p>Según las Directrices, una IA confiable debería ser:</p> <p>(1) legal: respetando todas las leyes y regulaciones aplicables;</p> <p>(2) ética: respetar los principios y valores éticos;</p> <p>(3) robusta, tanto desde una perspectiva técnica como</p>

Organizaciones	Autores	Sinopsis
		<p>teniendo en cuenta su entorno social.</p> <p>Cada uno de estos componentes es en sí mismo necesario, pero no suficiente para el logro de una IA fiable. Lo ideal es que todos ellos actúen en armonía y de manera simultánea. En el caso de que surjan tensiones entre ellos en la práctica, la sociedad deberá esforzarse por resolverlas.</p>

### ❖ *Marcos Teóricos*

El marco teórico de la inteligencia artificial está en constante evolución a medida que los investigadores continúan explorando nuevos enfoques, combinando diferentes paradigmas y desarrollando sistemas de IA más avanzados. A lo largo de la historia de la IA, se han propuesto varias teorías que permiten abordar la creación de sistemas inteligentes. Algunos de los marcos teóricos más prominentes en la IA incluyen (ChatGPT, 2023):

- *IA simbólica (o IA clásica)*: Se basa en la idea de representar el conocimiento y el razonamiento utilizando símbolos y reglas. Implica la manipulación de símbolos para realizar tareas como el razonamiento lógico y la resolución de problemas.
- *Ciencia cognitiva*: Proporciona ideas sobre la cognición humana, lo que puede informar el desarrollo de sistemas de IA que imiten o simulen los procesos de pensamiento y resolución de problemas humanos.
- *Teoría de la Información*: Se utiliza para cuantificar la cantidad de información en un conjunto de datos. Es fundamental en la comprensión de datos y la comunicación, aspectos importantes en la IA.

- *Teoría de la Decisión*: Se centra en cómo los agentes racionales deberían tomar decisiones en situaciones de incertidumbre. Esto es relevante para la toma de decisiones en IA, como la planificación y la optimización.
- *Razonamiento Bayesiano*: Se basan en la probabilidad y la teoría de Bayes para modelar el razonamiento y la toma de decisiones en situaciones inciertas. Estos enfoques son ampliamente utilizados en la toma de decisiones bajo incertidumbre.
- *Lógica Difusa*: Se aplica para modelar la incertidumbre y la imprecisión en la toma de decisiones. Permite representar y razonar sobre información que no es claramente verdadera o falsa, lo que es útil en situaciones donde los datos no son binarios.

Como se puede observar, los marcos teóricos de la inteligencia artificial (IA) proporcionan la base para su comprensión y desarrollo, ya que representan los diferentes paradigmas en el campo de la inteligencia artificial. A menudo, los sistemas de IA utilizan una combinación de estos enfoques según el problema específico que están diseñados para abordar. Así, la elección del marco a menudo dependerá de la aplicación específica de la IA, el tipo de problema a resolver, los objetivos, la aplicación y los recursos disponibles.

Estos marcos convergen con el conjunto de recomendaciones elaboradas por la Association for Computing Machinery (ACM) IEEE Computer Society, para estudiantes universitarios en informática, las cuales son consultadas en todo el mundo. Su propuesta curricular está organizada en un conjunto de 18 Áreas de Conocimiento, correspondientes a áreas de estudio de actualidad en informática relacionadas con la IA y entre las cuales destacan: Algoritmos y Complejidad, Ciencias Computacionales, Sistemas Inteligentes, Redes y Comunicaciones, Computación Paralela y Distribuida,

Fundamentos de sistemas, Gestión de la información, entre otras (Sahami, et al., 2013)

*Resultados del SLR sobre los “Marcos Teóricos”*

Con el propósito de profundizar en la identificación de los diferentes marcos teóricos, se realizó una revisión sistemática de la literatura. Es importante señalar que en este libro se describen los marcos teóricos que se consideraron pertinentes para aportar respuestas a las preguntas planteadas. En la tabla 2, se presentan los principales resultados.

**Tabla 2.**

*Resultados del SLR “Marcos Teóricos”*

Teorías	Autores	Sinopsis
<i>IA simbólica (o IA clásica)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="344 651 554 708">– Augusto, L. M. (2021).</li> <li data-bbox="344 732 554 935">– Santoro, A., Lampinen, A., Mathewson, K., Lillicrap, T., &amp; Raposo, D. (2021).</li> <li data-bbox="344 959 554 1016">– Mainzer, K. (2016).</li> <li data-bbox="344 1040 554 1097">– Rockwell, T. (2005).</li> <li data-bbox="344 1122 554 1203">– Garnelo, M., &amp; Shanahan, M. (2019).</li> </ul>	<p>La Inteligencia Artificial Simbólica (IA) es un subcampo de la IA que se centra en el procesamiento y manipulación de símbolos o conceptos, en lugar de datos numéricos. La capacidad de utilizar símbolos es la cúspide de la inteligencia humana, pero aún no se ha replicado por completo en las máquinas. El camino hacia una inteligencia artificial (IA) simbólicamente fluida comienza con una reinterpretación de qué son los símbolos, cómo llegan a existir y cómo se comporta un sistema cuando los utiliza. La investigación en la IA simbólica explora el compromiso social y cultural como una herramienta para desarrollar la maquinaria cognitiva necesaria para que surja el comportamiento simbólico. Este enfoque permitirá que la IA interprete algo como simbólico con una fluidez más parecida a la humana.</p>

Teorías	Autores	Sinopsis
<i>Ciencia cognitiva</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="344 167 554 407">– Stillings, N. A., Chase, C. H., Weisler, S. E., Feinstein, M. H., &amp; Rissland, E. L. (1995).</li> <li data-bbox="344 428 554 548">– Bickhard, M. H., &amp; Terveen, L. (1996).</li> <li data-bbox="344 570 554 630">– Dupoux, E. (2018).</li> <li data-bbox="344 651 554 711">– Nowakowska, M. (2014).</li> <li data-bbox="344 732 554 852">– Frankish, K., &amp; Ramsey, W. (Eds.). (2012).</li> </ul>	<p>La ciencia cognitiva es el estudio interdisciplinario de la mente y la inteligencia, que abarca la filosofía, la psicología, la inteligencia artificial, la neurociencia, la lingüística y la antropología. El meta-aprendizaje, o aprender a aprender, ha ganado un interés renovado en los últimos años dentro de la comunidad de inteligencia artificial. Este meta-aprendizaje que prevalece increíblemente en la naturaleza, tiene profundas raíces en la ciencia cognitiva y la psicología, y actualmente se estudia de diversas formas dentro de la neurociencia. Además, la ciencia cognitiva es un estudio científico interdisciplinario del razonamiento, las emociones, el lenguaje, la percepción, la atención y la memoria humanos. La integración de la ciencia cognitiva y la IA ofrece una comprensión profunda de la cognición y la comunicación humanas. Además, las habilidades creativas y técnicas aplican el conocimiento en soluciones y aplicaciones de IA en psicología de la ingeniería.</p>
<i>Teoría de la Información</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="344 1097 554 1312">– Guerrero, L. E., Castillo, L. F., Arango-López, J., &amp; Moreira, F. (2023).</li> <li data-bbox="344 1333 554 1451">– Ågerfalk, P. J., Conboy, K., Crowston, K., Eriksson</li> </ul>	<p>La relación entre las ciencias cognitivas y la inteligencia artificial presenta un marco teórico fundamental en el estudio de la información (TII), como teoría que se abre paso en el conocimiento de la conciencia. La teoría de la información es el tratamiento matemático de los conceptos, parámetros y reglas que rigen la transmisión de mensajes a través de los sistemas de comunicación. Fue</p>

Teorías	Autores	Sinopsis
	<p>Lundström, J., Jarvenpaa, S. L., Ram, S., &amp; Mikalef, P. (2022).</p> <p>– Martignon, L. (2001).</p> <p>– Brillouin, L. (2013).</p> <p>– Enßlin, T. (2022).</p>	<p>fundada por Claude Shannon a mediados del siglo XX y desde entonces ha evolucionado hasta convertirse en una vigorosa rama de las matemáticas que fomenta el desarrollo de otros campos científicos, como la estadística, la biología, las ciencias del comportamiento, la neurociencia y la mecánica estadística. La teoría de la información es fundamental para el desarrollo de los sistemas informáticos y de comunicación modernos que establecen las bases de diversos modelos de inteligencia artificial.</p>
<p><i>Teoría de la Decisión</i></p>	<p>– Feldman, J. A., &amp; Yakimovsky, Y. (1974).</p> <p>– Hutter, M. (2001, August).</p> <p>– Dewhurst, F. W., &amp; Gwinnett, E. A. (1992).</p> <p>– Lang, J. (2001).</p> <p>– Doumpos, M., &amp; Grigoroudis, E. (2013).</p>	<p>La teoría de la decisión se puede combinar con técnicas heurísticas para atacar problemas de Inteligencia Artificial. Esta teoría resuelve formalmente el problema de los agentes racionales en mundos inciertos si se conoce la verdadera distribución de probabilidad ambiental. Se ha trabajado mucho en el desarrollo de técnicas de modelización para ayudar en el proceso de toma de decisiones. Las áreas de investigación operativa y análisis estadístico están bien establecidas, y la velocidad y la capacidad de memoria de las computadoras han facilitado la solución de problemas. Los recientes avances en inteligencia artificial, particularmente en lo que respecta a los sistemas expertos, abren la posibilidad de modelar a quien toma las decisiones en lugar de la situación de decisión.</p>

Teorías	Autores	Sinopsis
<i>Razonamiento Bayesiano</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="344 167 551 228">– Constantinou, A. (2018).</li> <li data-bbox="344 245 551 306">– Hopgood, A. A. (2005).</li> <li data-bbox="344 323 551 475">– Chater, N., Oaksford, M., Hahn, U., &amp; Heit, E. (2010).</li> <li data-bbox="344 492 551 583">– Li, M., &amp; Vitányi, P. (2005).</li> <li data-bbox="344 599 551 660">– Suthaharan, S. (2019).</li> </ul>	<p>Las Redes de Razonamiento Bayesiano ofrecen un marco para modelar relaciones entre información bajo supuestos causales o influyentes, lo que las hace adecuadas para modelar situaciones del mundo real donde buscamos simular el impacto de diversas intervenciones. También son ampliamente reconocidas como el método más apropiado para modelar la incertidumbre en situaciones donde los datos son limitados, pero donde los expertos en el dominio humano tienen una buena comprensión de los mecanismos causales subyacentes y los hechos del mundo real. Recientemente ha habido una explosión en la investigación que aplica modelos bayesianos a los fenómenos cognitivos. Este desarrollo ha sido el resultado de la comprensión de que, en una amplia variedad de tareas, el problema fundamental que enfrenta el sistema cognitivo es hacer frente a la incertidumbre que plantea la inteligencia artificial. Uno de los esfuerzos de investigación actuales en el análisis es la integración del aprendizaje profundo y la optimización bayesiana.</p>
<i>Lógica Difusa</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="344 1190 551 1310">– Klement, E. P., &amp; Slany, W. (1993, June).</li> <li data-bbox="344 1326 551 1388">– Ai, A. I. (2020).</li> </ul>	<p>Tradicionalmente, la lógica difusa ha sido vista en la comunidad de IA como un enfoque para gestionar la incertidumbre. Sin embargo, en la década de 1990, la lógica difusa surgió como un paradigma para aproximar un mapeo funcional. Esta visión moderna complementaria sobre la tecnología</p>

Teorías	Autores	Sinopsis
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="344 167 551 228">– Cavus, N. (2010).</li> <li data-bbox="344 245 551 456">– Yager, R. R., &amp; Zadeh, L. A. (Eds.). (2012). Jane, J. B., &amp; Ganesh, E. N. (2019).</li> <li data-bbox="344 472 551 659">– Kanwal, T., Attaullah, H., Anjum, A., Khan, A., &amp; Jeon, G. (2022).</li> </ul>	<p data-bbox="577 167 962 833">ofrece nuevos conocimientos sobre los fundamentos de la lógica difusa, así como nuevos desafíos con respecto a la identificación de modelos difusos. Existen una serie de investigaciones que se sitúan en el cruce de la IA y la lógica difusa. Por ejemplo, el procesamiento del lenguaje natural, considerado la joya de la corona de la IA, ha sido uno de los puntos focales en el dominio de la lógica difusa y los conjuntos difusos. Los conjuntos difusos pueden ofrecer un paradigma eficaz que respalde la comprensión precisa del lenguaje natural y establezca vínculos eficientes con la inteligencia humana a través de conceptos y computación con funciones de membresía, en particular conjuntos difusos para una IA explicable.</p>

### ❖ *Marcos Conceptuales*

Al fundamentar planteamientos sobre la inteligencia artificial (IA), los marcos conceptuales o enfoques proporcionan una estructura desde las diferentes áreas de conocimiento que permiten comprender los fundamentos y los conceptos clave relacionados con la IA. Estos marcos ayudan a los investigadores, desarrolladores y estudiantes a conceptualizar y trabajar con la IA de manera más efectiva. A continuación, se presentan algunos de los marcos conceptuales más importantes en el campo de la IA (ChatGPT, 2023):

- *Sistemas de Agente*: Construcción de "agentes inteligentes" que interactúan con su entorno y toman decisiones para lograr objetivos específicos. Los

agentes pueden ser sistemas autónomos capaces de percibir su entorno, razonar y actuar en consecuencia.

- *Aprendizaje Automático (Machine Learning)*: Creación de sistemas que pueden aprender de los datos y mejorar su rendimiento en tareas específicas a medida que se les proporciona más información. Incluye subáreas como el aprendizaje supervisado, no supervisado y por refuerzo.
- *Lógica y Representación del Conocimiento*: Representación simbólica del conocimiento y en el uso de lógica para el razonamiento. Los sistemas basados en la lógica se utilizan en la toma de decisiones y el procesamiento del lenguaje natural.
- *Procesamiento del Lenguaje Natural (PNL)*: Creación de sistemas que comprenden y generan lenguaje humano. Se utiliza en aplicaciones como traducción automática, chatbots y análisis de sentimientos.
- *Redes Neuronales Artificiales (RNA)*: Modelización de sistemas de IA inspirados en la estructura y el funcionamiento del cerebro humano. Las redes neuronales artificiales son esenciales en el aprendizaje profundo (deep learning) y se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones.
- *Robótica Inteligente*: Creación de robots capaces de realizar tareas de manera autónoma y con interacción con su entorno. Incluye la percepción del entorno y la planificación de movimientos.

Estos marcos conceptuales representan diferentes puntos enfoques con técnicas utilizadas en el campo de la IA. A menudo, se pueden combinar en proyectos de IA para abordar desafíos complejos. De esta forma, la elección del marco conceptual adecuado dependerá de la naturaleza de la tarea y los objetivos del sistema de IA.

## Resultados del SLR sobre los “Marcos Conceptuales”

Con el propósito de profundizar en su definición y comprensión, se realizó una revisión sistemática de la literatura. Es importante señalar que en este libro se describen los marcos conceptuales que se consideraron pertinentes para aportar respuestas a las preguntas planteadas. En la tabla 3, se presentan los principales resultados.

**Tabla 3.**

### Resultados del SLR “Marcos Conceptuales”

Enfoque	Autores	Sinopsis
<i>Sistemas de Agente</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elmahalawy, A. M. (2012).</li> <li>– Ferber, J., &amp; Weiss, G. (1999).</li> <li>– Weiss, G. (Ed.). (1999).</li> <li>– Garro, A., Mühlhäuser, M., Tundis, A., Baldoni, M., Baroglio, C., Bergenti, F., &amp; Torroni, P. (2018).</li> <li>– Grzonka, D., Jakóbiak, A., Kołodziej, J., &amp; Pllana, S. (2018).</li> </ul>	<p>En inteligencia artificial, un agente inteligente (IA) es una entidad autónoma que observa a través de sensores y actúa sobre un entorno utilizando actuadores (es decir, es un agente) y dirige su actividad hacia la consecución de objetivos (es decir, es racional). Los agentes inteligentes también pueden aprender o utilizar conocimientos para lograr sus objetivos, están estrechamente relacionados con los agentes en economía, y las versiones del paradigma del agente inteligente se estudian en la ciencia cognitiva, la ética, la filosofía de la razón práctica, así como en muchos ámbitos interdisciplinarios modelado sociocognitivo y simulaciones sociales por computadora. Un sistema multiagente (MAS) es un sistema compuesto por múltiples agentes inteligentes que interactúan y se pueden utilizar para resolver problemas que son difíciles o</p>

Enfoque	Autores	Sinopsis
		<p>imposibles de resolver para un agente individual o un sistema monolítico, ya que están formados por agentes y su entorno. Un sistema multiagente puede contener equipos combinados de agentes humanos.</p>
<p><i>Aprendizaje Automático (Machine Learning)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Michalski, R. S., Carbonell, J. G., &amp; Mitchell, T. M. (Eds.). (2013).</li> <li>– Murdoch, W. J., Singh, C., Kumbier, K., Abbasi-Asl, R., &amp; Yu, B. (2019).</li> <li>– T. P. (2010).</li> <li>– Helm, J. M., et Al., (2020).</li> <li>– Thomas, M. A. (2023).</li> </ul>	<p>En la inteligencia artificial, los modelos de aprendizaje automático han demostrado un gran éxito en el aprendizaje de patrones complejos que les permiten hacer predicciones sobre datos no observados. Además de utilizar modelos para la predicción, la capacidad de interpretar lo que un modelo ha aprendido está recibiendo cada vez más atención. La capacidad de aprender es uno de los atributos más fundamentales del comportamiento inteligente. En consecuencia, los avances en la teoría y el modelado informático de los procesos de aprendizaje son de gran importancia para los campos relacionados con la comprensión en la inteligencia. Dichos campos incluyen la ciencia cognitiva, la inteligencia artificial, la ciencia de la información, el reconocimiento de patrones, la psicología, la educación, la epistemología, la filosofía y disciplinas relacionadas.</p>
<p><i>Lógica y Representación</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Moore, R. C. (1982).</li> </ul>	<p>Constituye un subcampo importante de la inteligencia</p>

Enfoque	Autores	Sinopsis
<i>del Conocimiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="362 167 572 224">– Thimm, M. (2014).</li> <li data-bbox="362 248 572 427">– Van Harmelen, F., Lifschitz, V., &amp; Porter, B. (Eds.). (2008).</li> <li data-bbox="362 451 572 508">– Israel, D. J. (1983). T</li> <li data-bbox="362 532 572 589">– Vélez, D. C. (2006).</li> </ul>	<p>artificial (IA) que se ocupa de cuestiones relacionadas con la formalización del conocimiento de tal manera que las máquinas puedan leerlo, comprenderlo y razonar con él. Este enfoque casi siempre un patrón específico. A partir de una sintaxis formal se pueden construir fórmulas que se recogen en bases de conocimiento. Al utilizar bases de conocimiento, se puede derivar nueva información utilizando la semántica subyacente del lenguaje o un razonamiento específico. Tiene muchas aplicaciones dentro de la web semántica, ya que gran parte del trabajo sobre lógicas de descripción y ontologías se origina en este campo. Aborda cuestiones relacionadas con la incertidumbre de las creencias, la dinámica de las creencias y el razonamiento. Muchas ramas de la investigación sobre representación y razonamiento del conocimiento son de naturaleza teórica y los investigadores generalmente no se esfuerzan en la implementación y evaluación empírica.</p>
<i>Procesamiento del Lenguaje Natural (PNL)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="362 1282 572 1401">– Chopra, A., Prashar, A., &amp; Sain, C. (2013).</li> </ul>	<p>El procesamiento del lenguaje natural (PNL) se refiere a la rama de la informática y más específicamente, la rama de la inteligencia artificial que se ocupa de brindar a las</p>

Enfoque	Autores	Sinopsis
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="359 167 575 321">– Dale, R., Moisl, H., &amp; Somers, H. (Eds.). (2000).</li> <li data-bbox="359 337 575 459">– Mishra, B. K., &amp; Kumar, R. (Eds.). (2020).</li> <li data-bbox="359 475 575 630">– Khurana, D., Koli, A., Khatter, K., &amp; Singh, S. (2023).</li> <li data-bbox="359 646 575 768">– Reshamwala, A., Mishra, D., &amp; Pawar, P. (2013).</li> </ul>	<p data-bbox="601 167 934 1198">computadoras la capacidad de comprender textos y palabras habladas de la misma manera que los seres humanos. PNL es un campo de Inteligencia Artificial y Lingüística Computacional, dedicado a hacer que las computadoras comprendan declaraciones o palabras escritas en lenguajes humanos. PNL combina la lingüística, modelado del lenguaje humano basado en reglas con modelos estadísticos, aprendizaje automático y de aprendizaje profundo. Estas tecnologías permiten a las computadoras procesar el lenguaje humano en forma de texto o datos de voz y "comprender" su significado completo. PNL es un área de investigación y aplicación que explora cómo se pueden usar las computadoras para comprender y manipular texto o voz en lenguaje natural para hacer cosas útiles. A medida que la IA y la PNL continúan avanzando, es probable que estas tecnologías se adopten aún más ampliamente en el futuro.</p>
<p data-bbox="162 1222 290 1336"><i>Redes Neuronales Artificiales (RNA)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="359 1222 575 1312">– Wu, Y. C., &amp; Feng, J. W. (2018).</li> <li data-bbox="359 1328 575 1450">– Sharma, V., Rai, S., &amp; Dev, A. (2012).</li> </ul>	<p data-bbox="601 1222 934 1458">Las redes neuronales artificiales (RNA) son un subcampo del aprendizaje automático dentro del dominio de investigación de la inteligencia artificial. La red neuronal artificial (RNA) es una parte muy importante en la</p>

Enfoque	Autores	Sinopsis
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="362 167 575 410">– Abiodun, O. I., Jantan, A., Omolara, A. E., Dada, K. V., Mohamed, N. A., &amp; Arshad, H. (2018).</li> <li data-bbox="362 427 575 548">– Dongare, A. D., Kharde, R. R., &amp; Kachare, A. D. (2012).</li> <li data-bbox="362 565 575 719">– Hu, W., Li, X., Li, C., Li, R., Jiang, T., Sun, H., ... &amp; Li, X. (2023).</li> </ul>	<p>nueva industria de la inteligencia artificial. El objetivo de la investigación de ANN es desarrollar sistemas de aprendizaje automático que se basen en un modelo biológico del cerebro, específicamente la actividad bioeléctrica de las neuronas del cerebro. El concepto de RNA se introduce básicamente desde el tema de la biología, donde las redes neuronales juegan un papel importante y clave en el cuerpo humano. En el cuerpo humano, el trabajo se realiza con la ayuda de una red neuronal. La red neuronal es solo una red de neuronas interconectadas que suman millones y millones. Con la ayuda de estas neuronas interconectadas, todo el procesamiento paralelo se realiza en el cuerpo humano y el cuerpo humano es el mejor ejemplo de procesamiento paralelo.</p>
<i>Robótica Inteligente</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="362 1068 575 1125">– Brady, M. (1985).</li> <li data-bbox="362 1141 575 1295">– Chella, A., Iocchi, L., Macaluso, I., &amp; Nardi, D. (2006).</li> <li data-bbox="362 1312 575 1433">– Brady, M., Gerhardt, L. A., &amp; Davidson, H.</li> </ul>	<p>La inteligencia artificial y la robótica tienen una raíz común y una historia relativamente larga de interacción y discusión científica. Dado que la robótica es el campo que se ocupa de la conexión entre la percepción y la acción, la inteligencia artificial debe tener un papel central en la robótica para que la conexión sea inteligente. La Inteligencia Artificial aborda las</p>

Enfoque	Autores	Sinopsis
	<p>F. (Eds.). (2012).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nadikattu, A. K. R. (2021).</li> <li>- Vrontis, D., Christofi, M., Pereira, V., Tarba, S., Makrides, A., &amp; Trichina, E. (2022).</li> </ul>	<p>cuestiones cruciales sobre el conocimiento se requiere en cualquier aspecto del pensamiento y cómo se debe utilizar ese conocimiento. La robótica desafía a la IA al obligarla a trabajar con objetos reales en el mundo real. Las técnicas y representaciones desarrolladas para problemas claramente cognitivos. Los robots combinan efectores mecánicos, sensores y computadoras. La IA ha hecho contribuciones significativas a cada componente. Se podría argumentar que no todas las máquinas son robots y, ciertamente, la Inteligencia Artificial también se ocupa de los agentes virtuales. Por otro lado, muchos de los problemas técnicos y las soluciones que se necesitan para diseñar robots no son abordados por la investigación en Inteligencia Artificial.</p>



aplicaciones, ventajas y desafíos. Así, la elección de la tipología depende del enfoque, el contexto y los objetivos específicos en un proyecto de IA. A continuación, se presentan algunas de las tipologías más comunes (ChatGPT, 2023):

➤ Según su capacidad y enfoque:

- *IA Estrecha*: Enfocada en tareas específicas y limitadas. No tiene la capacidad de generalizar su conocimiento.
- *IA General*: Tiene como objetivo emular la inteligencia humana de manera completa y general, con la capacidad de comprender y razonar sobre una amplia variedad de tareas y problemas.
- *IA Débil*: No tiene la capacidad de comprender o emular completamente la inteligencia humana y se centra en tareas específicas.
- *IA Fuerte*: Busca emular la inteligencia humana de manera general y completa, con un entendimiento profundo

➤ Según su funcionamiento:

- *IA simbólica*: Basada en reglas y representaciones simbólicas para el procesamiento de información, utiliza el razonamiento lógico y simbólico.
- *IA sub-simbólica*: Se basa en enfoques más orientados a la conexión neuronal, como las redes neuronales artificiales y el aprendizaje profundo, centrados en el procesamiento de datos y patrones en lugar de símbolos.

➤ Según su aplicación:

- *IA de asistencia*: Se utiliza para mejorar o ampliar las capacidades humanas, como la automatización de tareas repetitivas o el apoyo en la toma de decisiones.

- *IA autónoma*: Capaz de tomar decisiones y realizar acciones sin intervención humana, como vehículos o robots autónomos.
  - *IA horizontal*: Busca proporcionar soluciones genéricas que puedan adaptarse a una variedad de problemas y dominios.
  - *IA vertical*: Se enfoca en soluciones específicas y especializadas para un dominio o sector particular.
- Según su capacidad de autoaprendizaje:
- *IA estática*: No puede aprender ni adaptarse con el tiempo. Su conocimiento y funcionamiento son fijos.
  - *IA dinámica*: Puede aprender y adaptarse con el tiempo a medida que se expone a nuevos datos y experiencias.

Estas tipologías ayudan a comprender los diferentes enfoques y aplicaciones de la inteligencia artificial en función de diversos criterios y contextos. La IA es un campo en constante evolución, y nuevas categorías y enfoques pueden surgir con el tiempo.

### *Resultados del SLR de “Tipologías de Inteligencia Artificial”*

Con el propósito de profundizar en una mejor comprensión de las tipologías de IA, se realizó una revisión sistemática de la literatura. Es importante señalar que en este libro se describen las tipologías que se consideraron pertinentes para aportar respuestas a las preguntas planteadas. A continuación, se presentan los principales resultados en la tabla 4.

#### **Tabla 4.**

### *Resultados del SLR “Tipologías de Inteligencia Artificial”*

<b>Tipología</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
<i>Capacidad y enfoque</i>	– Goertzel, B. (2014).	Dentro de esta tipología, la inteligencia artificial general (IAG)

Tipología	Autores	Sinopsis
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="362 167 556 228">– Flowers, J. C. (2019).</li> <li data-bbox="362 248 556 310">– Sergievskii, V. (2020).</li> <li data-bbox="362 329 556 391">– Garvey, J. B. (2022).</li> <li data-bbox="362 410 556 708">– Nagoev, Z., Nagoeva, O., Anchokov, M., Bzhikhatlov, K., Kankulov, S., &amp; Enes, A. (2023).</li> </ul>	<p data-bbox="567 167 966 837">implica la capacidad de lograr diferentes objetivos y realizar una variedad de tareas, en contextos y entornos diversos. Un sistema generalmente inteligente deberá ser capaz de manejar problemas y situaciones complejas. Por su parte, la IA estrecha son sistemas inteligentes con la capacidad de enfocarse en una tarea en particular. Una IA fuerte que tenga inteligencia a nivel humano debe tener procesos que puedan sentir, comprender, razonar, aprender y actuar en el entorno de manera similar a como lo hacen los humanos de manera inteligente. A su vez, la IA débil representa una variedad de formas funcionales que busca alterar su relación con el mundo para satisfacer una necesidad específica.</p>
<i>Funcionamiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="362 857 556 951">– Ilkou, E., &amp; Koutraki, M. (2020).</li> <li data-bbox="362 971 556 1114">– Telesko, R., Jüngling, S., &amp; Gachnang, P. (2020).</li> <li data-bbox="362 1133 556 1292">– Hitzler, P., &amp; Sarker, M. K. (Eds.). (2022).</li> <li data-bbox="362 1312 556 1455">– Hitzler, P., Eberhart, A., Ebrahimi, M., Sarker,</li> </ul>	<p data-bbox="567 857 966 1455">En relación con su funcionamiento, la IA Simbólica y la IA Subsimbólica representan dos ramas principales de la Inteligencia Artificial (IA). Los métodos simbólicos, también conocidos como Inteligencia Artificial a la antigua usanza, se refieren a procesos explicables y legibles por humanos. Las técnicas simbólicas se definen mediante métodos simbólicos explícitos, como métodos formales y lenguajes de programación, y suelen utilizarse para el conocimiento deductivo. A diferencia de los métodos simbólicos, donde el aprendizaje ocurre a través de la supervisión e intervención humana, los métodos subsimbólicos establecen</p>

Tipología	Autores	Sinopsis
	<p>M. K., &amp; Zhou, L. (2022).</p> <p>– Sarker, M. K., Zhou, L., Eberhart, A., &amp; Hitzler, P. (2021).</p>	<p>correlaciones entre variables de entrada y salida. Estas relaciones tienen una gran complejidad y, a menudo, se formalizan mediante funciones que determinan la entrada a los datos de salida o las variables objetivo. Sin embargo, también se reconoce la existencia de un largo y no resuelto debate entre los métodos simbólicos y subsimbólicos.</p>
<i>Aplicación</i>	<p>– Shaikh, S. J. (2023).</p> <p>– Zgurovsky, M. Z., Kasyanov, P. O., &amp; Levenchuk, L. B. (2023).</p> <p>– Kovac, M. (2022).</p> <p>– De Freitas, M. P., Piai, V. A., Farias, R. H., Fernandes, A. M., de Moraes Rossetto, A. G., &amp; Leithardt, V. R. Q. (2022).</p> <p>– Qaffas, A. A., Ben HajKacem, M. A., Ben</p>	<p>Al aplicarse la IA, se utilizan algoritmos complejos y técnicas de aprendizaje automático para analizar datos, aprender de ellos y tomar decisiones basadas en la información obtenida. Dentro de esta tipología, la inteligencia asistida permite que las máquinas pueden realizar la acción, pero los humanos toman las decisiones, mientras que, con la inteligencia aumentada, las máquinas realizan la acción, pero hay una toma de decisiones colaborativa entre humanos y máquinas. En los sistemas autónomos las máquinas realizan las acciones y la toma de decisiones. Es una tecnología que aprovecha las funcionalidades de la inteligencia artificial a su máxima capacidad, permitiendo una respuesta más rápida y efectiva en tareas como detección de objetos, análisis de comportamiento, seguimiento autónomo y respuestas escalables a eventos. Aunque esta categoría de métodos se ha utilizado ampliamente y ha mostrado un buen rendimiento, aún se plantea la cuestión de la falta de evidencias y de investigación sobre los</p>

Tipología	Autores	Sinopsis
	Ncir, C. E., & Nasraoui, O. (2023).	resultados que puedan ser generalizados en aplicaciones de la vida real.
<i>Autoaprendizaje</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="357 269 564 407">– Mistry, N. S., &amp; Koyner, J. L. (2021).</li> <li data-bbox="357 407 564 610">– Kamran, M. A., Kia, R., Goodarzian, F., &amp; Ghasemi, P. (2023).</li> <li data-bbox="357 610 564 862">– Arranz, C. F., Arroyabe, M. F., Arranz, N., &amp; de Arroyabe, J. C. F. (2023).</li> <li data-bbox="357 862 564 1211">– VerMilyea, M., Hall, J. M. M., Diakiw, S. M., Johnston, A., Nguyen, T., Perugini, D., ... &amp; Perugini, M. (2020).</li> <li data-bbox="357 1211 564 1424">– Nagoev, Z., Pshenokova, I., Gurtueva, I., &amp; Bzhikhatlov, K. (2020).</li> </ul>	<p data-bbox="564 269 973 862">En relación con el autoaprendizaje, los sistemas que aplican modelos estáticos de inteligencia artificial se entrenan sin conexión. Un modelo estático a menudo tiene una personalización basada en reglas y realiza exactamente lo que está programado para hacer, normalmente siguiendo un patrón de causa y efecto, como un interruptor. Un modelo dinámico se entrena en tiempo real. Es decir, los datos ingresan continuamente al sistema y se incorporan al modelo a través de actualizaciones continuas. Por ello, es fundamental transitar de modelos estáticos de IA a sistemas dinámicos que pueden aprender y adaptarse continuamente. Esta evolución ha abierto nuevas posibilidades para las aplicaciones de IA en diversos ámbitos y los sistemas autónomos. Un modelo inteligente con capacidad de autoaprendizaje tiene una tecnología de personalización que utiliza algoritmos y análisis predictivos para determinar y mostrar las experiencias más relevantes y completas, en tiempo real y de una manera altamente escalable. Si bien existen desafíos que superar, el aprendizaje continuo encierra una inmensa promesa para el futuro de la IA y sus aplicaciones en diversos ámbitos. A medida que la investigación y el desarrollo en esta área continúen progresando, se</p>

Tipología	Autores	Sinopsis
		esperan avances interesantes en el campo del autoaprendizaje de la IA.

### ❖ *Tipologías de Redes Neuronales*

Introducido por Frank Rosenblatt en 1957, el perceptrón se considera uno de los primeros algoritmos de aprendizaje supervisado y es un tipo de neurona artificial o la forma más simple de red neuronal. Es un modelo de una sola neurona que puede usarse para problemas de clasificación binaria, lo que significa que puede decidir si una entrada representada por un vector de números pertenece a una clase u otra.

En el campo de estudio de la IA, las redes neuronales son importantes debido a su capacidad para aprender, adaptarse y automatizar tareas complejas en una variedad de campos y aplicaciones. Su flexibilidad, poder computacional y capacidad para manejar datos complejos las hacen fundamentales en el avance de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático.

Aunque se reconoce la importancia de otras técnicas de IA, como por ejemplo planificadores, razonadores bajo incertidumbre, para los propósitos de esta investigación se propuso enfocar el SLR sobre las tipologías de las redes neurales, ya que son una parte fundamental de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático.

A continuación, se presenta una lista de algunos de los principales modelos de redes neuronales utilizados en la actualidad (ChatGPT, 2023):

1. *Redes Neuronales Feedforward (FNN)*: Conocidas como redes neuronales de alimentación directa, incluyen capas de neuronas interconectadas, donde la información fluye en una sola dirección, desde la capa de entrada hasta la capa de salida. Los ejemplos comunes incluyen redes neuronales multicapa (MLP).

2. *Redes Neuronales Convolucionales (CNN)*: Se utilizan principalmente en tareas de visión por computadora para detectar patrones espaciales en datos bidimensionales, como imágenes.
3. *Redes Neuronales Recurrentes (RNN)*: Son adecuadas para datos secuenciales, como series temporales y procesamiento de lenguaje natural. Las LSTM y las GRU son variantes populares de RNN que abordan el problema de la desaparición del gradiente.
4. *Redes Neuronales Generativas Adversarias (GAN)*: Consisten en dos redes neuronales, un generador y un discriminador, que compiten entre sí. Se utilizan en tareas de generación de datos sintéticos, como imágenes y texto.

Estos son algunos de los principales modelos de redes neuronales utilizados en la inteligencia artificial. Cada modelo tiene sus propias aplicaciones y ventajas, y la elección del modelo depende de la naturaleza de la tarea que se va a resolver.

No obstante, el campo de las redes neuronales y la inteligencia artificial continúa evolucionando, y se desarrollan constantemente nuevos modelos y enfoques. Ciertamente, la inteligencia artificial sigue evolucionando con nuevos enfoques y modelos que amplían sus capacidades.

### *Resultados del SLR de “Tipologías de Redes Neuronales”*

Con el propósito de profundizar en las principales tipologías de redes neurales, se realizó una revisión sistemática de la literatura. Es importante señalar que en este libro se describen las tipologías que se consideraron pertinentes para aportar respuestas a las preguntas planteadas. A continuación, en la tabla 5 se presentan los principales resultados.

**Tabla 5.***Resultados del SLR “Tipologías de Redes Neuronales”*

<b>Redes Neuronales</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
<i>Redes Neuronales Feedforward (FNN)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Baldi, P., &amp; Vershynin, R. (2019).</li> <li>– Sharkawy, A. N. (2020).</li> <li>– Sazli, M. H. (2006).</li> <li>– Ojha, V. K., Abraham, A., &amp; Snášel, V. (2017).</li> <li>– Kulyukin, V. A. (2023).</li> </ul>	<p>Las redes <i>feedforward</i> son el tipo más básico de red neuronal, ya que la información transita en una sola dirección, desde la capa de entrada a través de las capas ocultas hasta la capa de salida. Estos modelos son generalmente utilizados para explicar el mecanismo de procesamiento de información del cerebro. Se distinguen de otras redes neuronales por su rendimiento superior con entradas de señales de imagen, voz o audio. También se utilizan para comprender los comportamientos de las redes de la vida real y su topología es un factor importante en el rendimiento de la red neuronal, ya que ofrecen una variedad de tareas de aprendizaje automático.</p>
<i>Redes Neuronales Convolucionales (CNN)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Badillo, F. L., Hernández, C. A. R., Narváez, B. M., &amp; Trillos, Y. E. A. (2021).</li> <li>– Gu, J., Wang, Z., Kuen, J., Ma, L., Shahroudy, A., Shuai, B., ... &amp; Chen, T. (2018).</li> </ul>	<p>Tienen sus orígenes en el neocognitrón propuesto por Fukushima, cuya idea se basaba en la biología del reconocimiento de la corteza visual primaria del ser humano. En 1959, Hubel y Wiesel descubrieron que las células de la corteza visual animal son responsables de detectar la luz en los campos receptivos. Son conocidas como arquitectura de aprendizaje profundo inspirada en el mecanismo natural de percepción visual de los seres</p>

<b>Redes Neuronales</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="375 199 575 289">– Aloysius, N., &amp; Geetha, M. (2017).</li> <li data-bbox="375 310 564 399">– Ibrahim, R., &amp; Shafiq, M. O. (2023).</li> <li data-bbox="375 420 575 626">– Hu, W., Shao, J., Jiao, Q., Wang, C., Cheng, J., Liu, Z., &amp; Tan, J. (2023).</li> </ul>	<p>vivos. Están constituidas por múltiples neuronas artificiales y son uno de los modelos de mayor importancia en la actualidad. Utilizan operaciones de convolución para detectar patrones y características específicas en los datos de entrada, y son diseñadas para procesar datos en forma de cuadrículas, como imágenes. Hoy en día, la visión por computadora es un campo IA que permite obtener información significativa a partir de imágenes digitales, videos y otras entradas visuales</p>
<i>Redes Neuronales Recurrentes (RNN)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="375 735 575 857">– Schäfer, A. M., &amp; Zimmermann, H. G. (2006).</li> <li data-bbox="375 878 564 1052">– Salehinejad, H., Sankar, S., Barfett, J., Colak, E., &amp; Valace, S. (2017).</li> <li data-bbox="375 1073 564 1195">– Yu, Y., Si, X., Hu, C., &amp; Zhang, J. (2019).</li> <li data-bbox="375 1216 543 1305">– Long, L., &amp; Zeng, X. (2022).</li> </ul>	<p>Las redes neuronales recurrentes (RNN) es una tipología utilizada en datos secuenciales o series de tiempo. Permiten la identificación de sistemas dinámicos en forma de modelos de espacio de estados no lineales y de alta dimensión, ya que ofrecen un modelado explícito del tiempo y la memoria. Son capaces de aprender características y dependencias a largo plazo a partir de datos secuenciales y de series temporales. Tienen una pila de unidades no lineales donde al menos una conexión entre unidades forma un ciclo dirigido. Estos algoritmos de aprendizaje profundo se utilizan comúnmente para problemas ordinales o temporales, como la traducción de idiomas, el procesamiento del lenguaje</p>

<b>Redes Neuronales</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
		natural, el reconocimiento de voz, los subtítulos de imágenes y en áreas de investigación relacionadas con datos secuenciales, como texto, audio y video.
<i>Redes Neuronales Generativas Adversarias (GAN)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="373 396 577 607">– Wang, K., Gou, C., Duan, Y., Lin, Y., Zheng, X., &amp; Wang, F. Y. (2017).</li> <li data-bbox="373 630 577 899">– Creswell, A., White, T., Dumoulin, V., Arulkumaran, K., Sengupta, B., &amp; Bharath, A. A. (2018).</li> <li data-bbox="373 922 577 1068">– Li, Y., Wang, Q., Zhang, J., Hu, L., &amp; Ouyang, W. (2021).</li> <li data-bbox="373 1091 577 1425">– Niksa-Rynkiewicz, T., Stomma, P., Witkowska, A., Rutkowska, D., Słowik, A., Cpałka, K., Kolendo, P. (2023).</li> </ul>	Las redes generativas adversarias (GAN) es un modelo de aprendizaje automático (ML) en el que dos redes neuronales compiten entre sí mediante el uso de métodos de aprendizaje profundo para ser más precisos en sus predicciones. Introducidas por primera vez por Goodfellow et al. (2014), están surgiendo como un nuevo y poderoso enfoque para enseñar a las computadoras cómo realizar tareas complejas a través de un proceso diseñado para resolver el problema del modelado generativo. Proporcionan una forma de aprender representaciones profundas sin datos de entrenamiento ampliamente anotados. Se utilizan para generar imágenes sintéticas, por lo que han recibido una amplia atención en el campo del aprendizaje automático por su potencial para aprender una distribución de datos reales compleja y de alta dimensión. Se han aplicado con éxito a una amplia variedad de tareas (principalmente en entornos de investigación), pero continúan presentando desafíos y oportunidades de investigación únicos porque se basan en la

Redes Neuronales	Autores	Sinopsis
		teoría de juegos, mientras que la mayoría de los otros enfoques del modelado generativo se basan en la optimización.

### ❖ *Tipos de Aprendizaje en la IA*

En el campo de estudio de la inteligencia artificial, el término de "*aprendizaje*" se refiere a la capacidad de las máquinas y de los algoritmos para adquirir conocimiento y con el propósito de mejorar su rendimiento en tareas específicas a medida que se exponen a más datos y experiencia. De esta forma, el aprendizaje es un aspecto fundamental de la inteligencia artificial, ya que permite a los sistemas de IA mejorar su desempeño sin necesidad de programar explícitamente cada paso o regla.

Dentro del campo de la inteligencia artificial, existen diferentes tipologías de aprendizaje que se refieren a cómo los sistemas de IA adquieren conocimientos y mejoran su rendimiento. A continuación, se presentan algunas de las principales tipologías de aprendizaje en la inteligencia artificial (ChatGPT, 2023):

- *Aprendizaje supervisado*: Los modelos de IA se entrenan con un conjunto de datos que contiene ejemplos etiquetados. Cada entrada de datos se asocia con una etiqueta que indica la respuesta deseada. El modelo aprende a realizar predicciones basadas en estas etiquetas y se utiliza para clasificar o predecir nuevas instancias.
- *Aprendizaje no supervisado*: Los modelos se entrenan en datos que no están etiquetados. El objetivo principal es descubrir patrones o estructuras ocultas en los datos, como la agrupación de datos similares en clústeres

(*clustering*) o la reducción de la dimensionalidad (PCA t-SNE).

- *Aprendizaje semi-supervisado*: Es una técnica dentro del aprendizaje automático que combina elementos del aprendizaje supervisado y no supervisado. Aprovecha la información contenida en datos etiquetados y no etiquetados para mejorar el rendimiento de los modelos de aprendizaje automático.
- *Aprendizaje por refuerzo*: Un agente de IA interactúa con un entorno y toma decisiones para maximizar una recompensa acumulativa. El agente aprende a través de la retroalimentación en forma de recompensas o penalizaciones y busca aprender una política óptima para tomar decisiones.
- *Aprendizaje por transferencia*: Los modelos pre-entrenados en una tarea se ajustan o "fine-tune" en una tarea relacionada, lo que puede acelerar el proceso de entrenamiento y mejorar el rendimiento. Se transfieren conocimientos de un dominio de origen a un dominio de destino.
- *Aprendizaje profundo (Deep Learning)*: Implica el uso de redes neuronales profundas para aprender representaciones jerárquicas de los datos. Estas redes son capaces de aprender automáticamente características y patrones complejos a partir de grandes conjuntos de datos, y se utilizan en aplicaciones como visión por computadora, procesamiento de lenguaje natural y juegos.

Estas tipologías de aprendizaje en la inteligencia artificial ofrecen una variedad de enfoques y técnicas para abordar diferentes problemas y aplicaciones. Cada una se adapta a diferentes tipos de problemas y aplicaciones, por lo que la elección depende de la naturaleza y de los objetivos del proyecto, así como de los datos disponibles.

## *Resultados del SLR “Tipos de Aprendizaje en la IA”*

Con el propósito de profundizar en las tipologías de aprendizaje de la IA, se realizó una revisión sistemática de la literatura. Es importante señalar que en este libro se describen las tipologías que se consideraron pertinentes para aportar respuestas a las preguntas planteadas. En la tabla 6 se presentan los principales resultados.

**Tabla 6.**

### *Resultados del SLR “Tipos de Aprendizaje en la IA”*

<b>Tipos</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
<i>Aprendizaje supervisado</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Nasteski, V. (2017).</li><li>– Zhou, Z. H. (2018).</li><li>– Dridi, S. (2021).</li><li>– Arundel, S. T., Li, W., &amp; Wang, S. (2020).</li><li>– Ettensperger, F. (2020).</li></ul>	Es una de las metodologías dominantes en el aprendizaje automático, ya que contiene un importante conjunto de algoritmos que los científicos de datos están continuamente mejorando. Una de sus principales características es que tiene la capacidad de anotar datos de entrenamiento. Esto implica entrenar el modelo con datos etiquetados y probarlo con datos sin etiquetar. Su arquitectura comienza con la recopilación de conjuntos de datos; luego, el conjunto de datos se divide en datos de prueba y entrenamiento; por último, los datos se preprocesan. Diversos algoritmos generan una función que asigna las entradas a las salidas deseadas. Así, las técnicas de aprendizaje supervisado han encontrado aplicación en el procesamiento y análisis de una variedad de datos. En la última década se han

Tipos	Autores	Sinopsis
		introducido una gran cantidad de métodos de aprendizaje supervisado en el campo del aprendizaje automático.
<i>Aprendizaje no supervisado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="348 337 591 488">– Dike, H. U., Zhou, Y., Deveerasetty, K. K., &amp; Wu, Q. (2018).</li> <li data-bbox="348 505 591 716">– Usama, M., Qadir, J., Raza, A., Arif, H., Yau, K. L. A., Elkhatib, Y., ... &amp; Al-Fuqaha, A. (2019).</li> <li data-bbox="348 732 591 797">– Fabiyi, S. D. (2019).</li> <li data-bbox="348 813 591 902">– Christakis, N., &amp; Drikakis, D. (2023).</li> <li data-bbox="348 919 591 1008">– Sharma, R., Saxena, K., &amp; Rana, A. (2021).</li> </ul>	<p data-bbox="614 337 929 1450">El aprendizaje no supervisado de las redes neuronales artificiales tiene el potencial de redefinir el ecosistema artificial. Recientemente, ha habido una tendencia creciente a emplear aprendizaje automático no supervisado utilizando datos de red sin procesar no estructurados para mejorar el rendimiento de la red y proporcionar servicios, como ingeniería de tráfico, detección de anomalías, clasificación del tráfico de Internet y optimización de la calidad del servicio. El creciente interés en la aplicación de técnicas de aprendizaje no supervisado en redes se debe a su gran éxito en otros campos, como la visión por computadora, el procesamiento del lenguaje natural, el reconocimiento de voz y el control óptimo (por ejemplo, para el desarrollo de vehículos autónomos). Además, el aprendizaje no supervisado puede liberarnos de la necesidad de datos etiquetados y de ingeniería de características manual, facilitando así métodos flexibles, generales y</p>

Tipos	Autores	Sinopsis
<i>Aprendizaje semi-supervisado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="348 245 591 334">– Hady, M. F. A., &amp; Schwenker, F. (2013).</li> <li data-bbox="348 354 591 443">– Ouali, Y., Hudelot, C., &amp; Tami, M. (2020).</li> <li data-bbox="348 462 591 586">– Reddy, Y. C. A. P., Viswanath, P., &amp; Reddy, B. E. (2018).</li> <li data-bbox="348 605 591 695">– Gibson, B. R., Rogers, T. T., &amp; Zhu, X. (2013).</li> <li data-bbox="348 714 591 837">– Bair, E. (2013). Semi-supervised clustering methods.</li> </ul>	<p data-bbox="617 164 928 224">automatizados de aprendizaje automático.</p> <p data-bbox="617 245 928 760">A través del aprendizaje semi-supervisado, se busca maximizar el rendimiento del aprendizaje de un modelo a través de ejemplos recién etiquetados y al mismo tiempo minimizar el trabajo requerido por los anotadores. Es un tipo de técnica de aprendizaje automático que ha sido propuesto por la comunidad de investigación, ya que puede aprender con una pequeña cantidad de datos de entrenamiento y lograr etiquetar los datos desconocidos (o) de prueba.</p>
<i>Aprendizaje por refuerzo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="348 850 591 941">– Barto, A. G., &amp; Sutton, R. S. (1997).</li> <li data-bbox="348 961 591 1050">– Sutton, R. S., &amp; Barto, A. G. (2018).</li> <li data-bbox="348 1070 591 1159">– Siebel, N. T., &amp; Sommer, G. (2007).</li> <li data-bbox="348 1179 591 1328">– Wu, G., Bao, W., Cao, J., Zhu, X., Wang, J., Xiao, W., &amp; Liang, W. (2023).</li> <li data-bbox="348 1347 591 1408">– Lee, C., &amp; An, D. (2021).</li> </ul>	<p data-bbox="617 850 928 1456">Es un tipo de técnica de aprendizaje automático que permite a un agente aprender en un entorno interactivo mediante prueba y error utilizando la retroalimentación de sus propias acciones y experiencias. Consiste en una colección de métodos computacionales que, aunque están inspirados en los principios del aprendizaje animal, están motivados principalmente por su potencial para resolver problemas prácticos. Se ha convertido en un área de investigación inusualmente multidisciplinaria. Participan</p>

Tipos	Autores	Sinopsis
		<p>activamente investigadores de IA, redes neuronales artificiales, robótica, teoría de control, investigación operativa y psicología. El creciente interés entre los investigadores actuales de IA se ve impulsado por el desafío de diseñar sistemas inteligentes que deban operar en entornos dinámicos del mundo real.</p>
<p><i>Aprendizaje por transferencia</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="348 553 583 638">– Niu, S., Liu, Y., Wang, J., &amp; Song, H. (2020).</li> <li data-bbox="348 662 543 747">– Torrey, L., &amp; Shavlik, J. (2010).</li> <li data-bbox="348 771 583 886">– Weiss, K., Khoshgoftaar, T. M., &amp; Wang, D. (2016).</li> <li data-bbox="348 911 583 1122">– Chen, Y. C., Chu, Y. C., Huang, C. Y., Lee, Y. T., Lee, W. Y., Hsu, C. Y., ... &amp; Cheng, Y. F. (2022).</li> <li data-bbox="348 1146 583 1261">– Qin, Y., Luo, Z., Wang, J., Ma, S., &amp; Feng, C. (2019).</li> </ul>	<p>La transferencia de aprendizaje es la mejora del aprendizaje en una nueva tarea mediante la transferencia de conocimiento de una tarea relacionada que ya se ha aprendido de la tarea fuente. Si bien la mayoría de los algoritmos de aprendizaje automático están diseñados para abordar tareas individuales, el desarrollo de algoritmos que faciliten el aprendizaje por transferencia es un tema de interés continuo en la comunidad del aprendizaje automático. Se utiliza para mejorar a un alumno de un dominio transfiriendo información de un dominio relacionado y ha atraído una gran cantidad de atención por parte de la comunidad de inteligencia artificial. También se ha aplicado con éxito a muchos problemas del mundo real que el aprendizaje automático tradicional no</p>

Tipos	Autores	Sinopsis
		<p>puede manejar, como el procesamiento de imágenes, el reconocimiento de voz y el procesamiento del lenguaje natural.</p>
<p><i>Aprendizaje profundo</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="348 337 591 456">– LeCun, Y., Bengio, Y., &amp; Hinton, G. (2015).</li> <li data-bbox="348 477 575 532">– Schmidhuber, J. (2015).</li> <li data-bbox="348 553 589 609">– Wang, H., &amp; Raj, B. (2017).</li> <li data-bbox="348 630 572 685">– Sejnowski, T. J. (2020).</li> <li data-bbox="348 706 564 761">– Patterson, J., &amp; Gibson, A. (2017).</li> </ul>	<p>El aprendizaje profundo permite que los modelos computacionales compuestos de múltiples capas de procesamiento aprendan representaciones de datos con múltiples niveles de abstracción. Descubre estructuras intrincadas en grandes conjuntos de datos mediante el uso del algoritmo de retropropagación para indicar cómo una máquina debe cambiar sus parámetros internos que se utilizan para calcular la representación en cada capa a partir de la representación en la capa anterior. Estos métodos han mejorado el estado del arte en reconocimiento de voz, reconocimiento visual de objetos, detección de objetos y muchos otros dominios como el descubrimiento de fármacos y la genómica. Por su parte, las redes convolucionales profundas generan avances en el procesamiento de imágenes, videos, voz y audio, mientras que las redes recurrentes han arrojado luz sobre datos secuenciales como texto y voz.</p>



## ❖ *Inteligencia Artificial Generativa*

Con el rápido desarrollo de los diferentes tipos de redes neuronales profundas (GANs, LSTMs, Transformers, etc), la aplicación de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en el campo de la educación está aumentando, ya que posee un gran potencial para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje. A continuación, se presentan algunas aplicaciones y usos de la inteligencia artificial generativa en los procesos de enseñanza-aprendizaje (ChatGPT, 2023):

- *Contenido Educativo Creativo*: Crear contenido educativo creativo, como imágenes, ilustraciones, música y escritura, lo que enriquece la experiencia de aprendizaje y hace que el material sea más atractivo. También pueden ayudar a resumir y simplificar texto complejo, lo que facilita la comprensión de lecturas difíciles.
- *Personalización del Aprendizaje*: Adaptar el contenido educativo según el nivel de habilidad y el estilo de aprendizaje de cada estudiante. Esto permite la creación de lecciones y ejercicios adaptativos que desafían a los estudiantes de manera efectiva. Con la información recopilada sobre el progreso y el rendimiento de un estudiante, las GAN pueden generar recursos de aprendizaje personalizados, como rutas de aprendizaje específicas y recomendaciones de recursos.
- *Actividades de Aprendizaje*: Generar una variedad de ejercicios y problemas para que los estudiantes practiquen. Esto es particularmente útil en matemáticas y ciencias, donde se pueden crear ejercicios de práctica en gran cantidad.
- *Evaluación Automatizada*: Corrección automatizada de tareas y exámenes. Esto puede proporcionar retroalimentación inmediata a los estudiantes y reducir la carga de trabajo de los profesores.

- *Traducción Automatizada*: Permite traducir de forma automática los contenidos, para que los estudiantes de todo el mundo puedan acceder a recursos en su lengua materna.
- *Juegos Educativos*: Ayudar a generar contenido y escenarios de juegos educativos que involucran y entretienen a los estudiantes mientras aprenden.
- *Simulaciones Interactivas*: Crear simulaciones interactivas que permiten a los estudiantes experimentar y explorar conceptos de manera práctica. Por ejemplo, se pueden simular reacciones químicas, procesos biológicos o física.
- *Asistentes Virtuales de Aprendizaje*: Ayudar a los estudiantes a responder preguntas, proporcionar explicaciones y guiarlos a lo largo del proceso de aprendizaje. Se puede crear contenido interactivo y enriquecido para entornos de realidad virtual y aumentada, lo que permite experiencias educativas inmersivas.

Es importante destacar que, aunque la inteligencia artificial generativa ofrece muchas ventajas en la educación, su implementación debe realizarse con atención a la privacidad de los datos, la equidad en el acceso y la calidad del contenido. Además, la participación de educadores y expertos en pedagogía es esencial para garantizar que estas tecnologías se utilicen de manera efectiva en el aula y en los entornos de aprendizaje.

### *Resultados del SLR sobre “Artificial Generativa”*

Con el propósito de profundizar en la Inteligencia Artificial Generativa, se realizó una revisión sistemática de la literatura. Es importante señalar que en este libro se describen las aplicaciones que se consideraron pertinentes para aportar respuestas a las preguntas planteadas. Los principales resultados se presentan en la tabla 7.

**Tabla 7.***Resultados del SLR “Inteligencia Artificial Generativa”*

<b>Aplicaciones</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
<i>Contenido Educativo Creativo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anantrasirichai, N., &amp; Bull, D. (2022).</li> <li>– Baidoo-Anu, D., &amp; Ansah, L. O. (2023).</li> <li>– Farrelly, T., &amp; Baker, N. (2023).</li> <li>– Bahroun, Z., Anane, C., Ahmed, V., &amp; Zacca, A. (2023).</li> <li>– Mao, J., Chen, B., &amp; Liu, J. C. (2023).</li> </ul>	<p>Estas aplicaciones generalmente se utilizan para la creación de contenido, análisis de información, y flujos de trabajo de posproducción, extracción y mejora de información, y compresión de datos. Así, se puede diseñar un curso de forma automática, conforme a estrategias de enseñanza basadas en los datos de aprendizaje y los patrones de comportamiento de los estudiantes, lo que les permite aprender de manera más efectiva y eficiente. Sin embargo, la creación de contenidos es una actividad fundamental de los procesos educativos. Por ello, las aplicaciones en la educación y los desarrollos tecnológicos de la IA continuarán, durante algún tiempo, centrados en el ser humano, diseñados para aumentar, en lugar de reemplazar, la creatividad humana.</p>
<i>Aprendizaje Personalizado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pataranutaporn, P., Danry, V., Leong, J., Punpongsanon, P., Novy, D., Maes, P., &amp; Sra, M. (2021).</li> <li>– Bhutoria, A. (2022).</li> </ul>	<p>En los últimos años, el sistema educativo tradicional de “talla única” ha sido ampliamente criticado por su falta de capacidad para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes. Por ello, los sistemas educativos globales se están inclinando hacia un enfoque más personalizado y centrado en el estudiante.</p>

Aplicaciones	Autores	Sinopsis
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="370 167 593 313">– Hashim, S., Omar, M. K., Ab Jalil, H., &amp; Sharef, N. M. (2022).</li> <li data-bbox="370 337 593 427">– Li, K. C., &amp; Wong, B. T. M. (2023)</li> <li data-bbox="370 451 593 540">– Al-Badi, A., &amp; Khan, A. (2022).</li> </ul>	<p data-bbox="625 167 981 621">Innovaciones educativas basadas en el uso de la IA, han permitido que la tecnología se adapte a las características distintivas de los seres humanos. Se puede ajustar automáticamente la ruta de enseñanza y la dificultad de las actividades de aprendizaje en función del progreso y el desempeño de los estudiantes, para brindar experiencias personalizadas. Esto abre una vía para la “personalización” en el sector educativo de sus diferentes sistemas y niveles.</p>
<p data-bbox="162 643 343 699"><i>Actividades de aprendizaje</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="370 643 599 886">– Ooi, K. B., Tan, G. W. H., Al-Emran, M., Al-Sharafi, M. A., Capatina, A., Chakraborty, A., ... &amp; Wong, L. W. (2023).</li> <li data-bbox="370 902 599 992">– Chang, C. H., &amp; Kidman, G. (2023).</li> <li data-bbox="370 1008 599 1097">– Yu, H., &amp; Guo, Y. (2023).</li> <li data-bbox="370 1114 599 1203">– Wu, S. Y., &amp; Yang, K. K. (2022).</li> <li data-bbox="370 1219 599 1317">– Nalli, G., Amendola, D., &amp; Smith, S. (2022).</li> </ul>	<p data-bbox="625 643 981 1456">La IA generativa es un recurso transformador que los educadores y estudiantes que pueden utilizar en la enseñanza y el aprendizaje. Brinda acceso a una gran diversidad de recursos educativos y se puede utilizar para desarrollar habilidades a través de ejercicios para la práctica y problemas para la experimentación. Puede establecer conexiones entre diferentes disciplinas, contenidos y proporcionar experiencias de enseñanza interdisciplinarios. Además, las plataformas pueden diseñarse con actividades que permiten adaptar las rutas de aprendizaje a los intereses, las habilidades, los conocimientos y el estilo de aprendizaje de cada estudiante. También puede ayudar a implementar actividades colaborativas facilitando la interacción global entre estudiantes y profesores de</p>

Aplicaciones	Autores	Sinopsis
		diferentes lugares, permitiéndoles aprender del contexto cultural y social de cada uno.
<i>Evaluación Automatizada</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="370 310 599 488">– González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., &amp; Roig-Vila, R. (2021).</li> <li data-bbox="370 505 599 594">– Gardner, J., O’Leary, M., &amp; Yuan, L. (2021).</li> <li data-bbox="370 610 599 732">– Al Braiki, B., Harous, S., Zaki, N., &amp; Alnajjar, F. (2020).</li> <li data-bbox="370 748 599 837">– Dorsey, D. W., &amp; Michaels, H. R. (2022).</li> <li data-bbox="370 854 599 927">– Lv, Z., &amp; Shen, H. (2021).</li> </ul>	<p data-bbox="620 310 986 634">Los nuevos desarrollos en la evaluación educativa relacionada con la IA están atrayendo un interés creciente como medio para mejorar la eficacia y validez de la evaluación, centrando su atención en el análisis de los grandes volúmenes de datos de procesos que se capturan en contextos de evaluación digital.</p> <p data-bbox="620 634 986 1458">Al aplicar la IA generativa se pueden generar recursos de evaluación y retroalimentación personalizados, con base en los datos de aprendizaje y los patrones de comportamiento de los estudiantes, ayudándolos a comprender su desempeño y mejorar sus resultados. Además, puede proporcionar servicios de evaluación eficientes, precisos y justos para los docentes mediante la calificación automatizada de tareas, evaluación del habla y otras técnicas de procesamiento del lenguaje natural y algoritmos de aprendizaje profundo. Tanto en contextos sumativos como formativos, se aplican los mismos conceptos subyacentes del aprendizaje automático. Si a la computadora se le puede “enseñar” el contenido que los estudiantes deben saber y puede hacer preguntas cuyas respuestas ha “aprendido”, puede evaluar</p>

Aplicaciones	Autores	Sinopsis
		los conocimientos de esos estudiantes.
<i>Traducción Automatizada</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="370 248 599 337">– Kirov, V., &amp; Malamin, B. (2022).</li> <li data-bbox="370 354 599 427">– Deng, X., &amp; Yu, Z. (2022).</li> <li data-bbox="370 443 599 516">– Jiang, K., &amp; Lu, X. (2021).</li> <li data-bbox="370 532 599 670">– Muñoz-Basols, J., Neville, C., Lafford, B. A., &amp; Godev, C. (2023).</li> <li data-bbox="370 686 599 719">– Guo, X. (2022).</li> </ul>	<p>Con el rápido desarrollo de la IA generativa, la traducción automática ha ganado popularidad en los últimos años. Un modelo generativo entrenado en un conjunto de datos de pares de oraciones bilingües puede traducir con precisión entre idiomas, logrando resultados de vanguardia en varios puntos de referencia de traducción. Naturalmente, existe un interés creciente en las formas en que se pueden implementar estas herramientas automáticas de traducción, para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. En la práctica en el aula se han implementado herramientas en diferentes niveles, desde la educación primaria hasta la educación Superior. Se observa que el impacto de la traducción automática varía según las habilidades de aprendizaje de idiomas. También se ha descubierto que es eficaz para promover las habilidades de escritura de los estudiantes.</p>
<i>Juegos Educativos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="370 1149 599 1271">– Zhan, Z., Tong, Y., Lan, X., &amp; Zhong, B. (2022).</li> <li data-bbox="370 1287 599 1344">– Sunarya, P. A. (2022).</li> <li data-bbox="370 1360 599 1450">– Fan, X., Wu, J., &amp; Tian, L. (2020).</li> </ul>	<p>En los últimos años, el aprendizaje basado en juegos se ha adoptado ampliamente en diversos entornos educativos y la inteligencia artificial es una poderosa herramienta para el desarrollo de juegos educativos. La gamificación ha surgido como una noción teórica importante en el sector</p>

Aplicaciones	Autores	Sinopsis
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="370 167 599 345">– Leitner, M., Greenwald, E., Wang, N., Montgomery, R., &amp; Merchant, C. (2023).</li> <li data-bbox="370 370 524 427">– Zhang, R. (2022).</li> </ul>	<p data-bbox="625 167 986 1166">educativo. Los juegos más exitosos integran estrechamente el diseño pedagógico, el conocimiento del dominio y los elementos afectivos con el juego. La IA ha ayudado a la integración del juego y el dominio del conocimiento, y el mayor potencial es hacer que el juego se adapte dinámicamente a los comportamientos y afectos de los alumnos. La IA generativa puede brindar a los estudiantes experiencias de aprendizaje entretenidas y educativas a través del diseño de gamificación y algoritmos de aprendizaje automático. Estos juegos se dividen principalmente en cinco categorías: juegos de rompecabezas son los más utilizados en el plan de estudios, seguidos de los juegos de estrategia de razonamiento, los juegos de robots, los juegos de rol y los juegos de simulación. Además, los juegos se utilizaron en tres formas principales en la educación de IA: juegos como herramientas de enseñanza, juegos como trabajo de los estudiantes y juegos como mecanismo de competencia.</p>
<p data-bbox="162 1190 343 1271"><i>Simulaciones Inmersiva e Interactivas</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="370 1190 567 1247">– Dai, C. P., &amp; Ke, F. (2022).</li> <li data-bbox="370 1271 593 1352">– Komasaawa, N., &amp; Yokohira, M. (2023).</li> <li data-bbox="370 1377 556 1466">– Topping, A., Bøje, R. B., Rekola, L.,</li> </ul>	<p data-bbox="625 1190 986 1466">La IA en el aprendizaje basado en la simulación inmersiva e interactiva, tiene como objetivo ampliar los límites de las tecnologías al servicio de un aprendizaje significativo centrado en el alumno y orquestado por el docente/diseñador. Dentro de</p>

Aplicaciones	Autores	Sinopsis
	<p>Hartvigsen, T., Prescott, S., Bland, A., ... &amp; Hannula, L. (2015)</p> <p>– Gonzalez, F. (2023).</p> <p>– Mañeru, G., Altarejos, M., &amp; Rodríguez-Sedano, A. (2011).</p>	<p>este contexto, la simulación ofrece una experiencia práctica que produce una recreación convincente de un evento o conjunto de condiciones de la vida real; los alumnos deben participar activamente en la comunicación e interacción en un entorno inmersivo e interactivo para resolver un problema. Debe ser una tríada equilibrada de profesores/diseñadores del aprendizaje, alumnos y tecnologías. Puede ofrecer una experiencia de aprendizaje auténtica que facilita un aprendizaje más profundo, la investigación y la resolución de problemas. Los beneficios son mutuos entre profesores y estudiantes: los estudiantes pueden disfrutar de un equilibrio de tareas desafiantes y estados afectivos equilibrados con agentes virtuales impulsados por IA, mientras que los profesores pueden aprovechar las evaluaciones realizadas por la IA para diagnosticar las trayectorias de aprendizaje de los estudiantes y mejorar aún más su enseñanza.</p>
<p><i>Asistentes Virtuales de Aprendizaje</i></p>	<p>– Gubareva, R., &amp; Lopes, R. P. (2020). Virtual Assistants for Learning: A Systematic Literature Review. <i>CSEdu (1)</i>, 97-103.</p>	<p>Los asistentes de enseñanza virtuales impulsados por la IA han cambiado el modo de interacción hombre-máquina del aprendizaje. La IA generativa puede identificar automáticamente las debilidades y los obstáculos en el aprendizaje de los estudiantes a través de algoritmos de</p>

Aplicaciones	Autores	Sinopsis
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="370 167 599 256">– Canbek, N. G., &amp; Mutlu, M. E. (2016).</li> <li data-bbox="370 277 599 396">– Pereira, R., Reis, A., Barroso, J., Sousa, J., &amp; Pinto, T. (2022).</li> <li data-bbox="370 417 599 535">– Liu, J., Zhang, L., Wei, B., &amp; Zheng, Q. (2022).</li> <li data-bbox="370 557 599 646">– Pogorskiy, E., &amp; Beckmann, J. F. (2023).</li> </ul>	<p data-bbox="625 167 985 1109">aprendizaje automático y tecnología de aprendizaje profundo, proporcionando tutorías y ejercicios específicos correspondientes para ayudar a los estudiantes a dominar mejor el contenido y las habilidades de aprendizaje. Un sistema de tutoría inteligente genera automáticamente el contenido y las estrategias de tutoría correspondientes obtenidas en el análisis de las situaciones de aprendizaje y las necesidades personalizadas de los estudiantes. Puede ajustar automáticamente el contenido de la tutoría y los niveles de dificultad en función del rendimiento y los niveles de aprendizaje de los estudiantes, proporcionándoles tareas de tutoría y preguntas de práctica adecuadas. Además, el sistema puede generar rutas y estrategias de tutoría correspondientes basadas en los hábitos y necesidades de aprendizaje de los estudiantes, lo que les permite aprender de manera más eficiente y efectiva.</p>

### ❖ *Programas y herramientas educativas basadas en IA*

Existen numerosos programas educativos basados en inteligencia artificial (IA) que están diseñados para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en diversos niveles educativos. Estos programas utilizan la IA para personalizar el aprendizaje, automatizar procesos administrativos y proporcionar herramientas avanzadas para educadores y estudiantes.

A continuación, se describen algunas de las principales áreas de aplicación de los programas educativos basados en la IA (ChatGPT, 2023):

#### ➤ *Contenido Educativo Creativo*

La inteligencia artificial (IA) ofrece diversas herramientas que pueden ser utilizadas para la creación de contenido educativo creativo. Estas herramientas pueden ayudar a los educadores, diseñadores de contenido y creadores a generar materiales educativos más atractivos y personalizados. Algunas de las principales herramientas de IA para este propósito son:

- *Artbreeder*: Utiliza algoritmos de inteligencia artificial para permitir a los usuarios mezclar y modificar imágenes, creando así contenido visual único y creativo.
- *GPT-3 y GPT-4 de OpenAI*: Modelos de lenguaje generativos que pueden generar texto de manera creativa y coherente. Son útiles para la redacción automática de contenido educativo.
- *Cognimates*: Plataforma que utiliza IA para enseñar conceptos de programación y habilidades cognitivas a través de la interacción con robots y juegos.
- *Jukedeck*: Herramienta que utiliza inteligencia artificial para componer música original según preferencias específicas. Puede ser utilizada para agregar elementos musicales creativos a contenido educativo.

- *Runway ML*: Plataforma que permite a los creativos explorar y utilizar modelos de IA para generar contenido multimedia innovador, como imágenes, videos y música.
- *Canva Pro with Magic Resize*: Canva utiliza IA para sugerir diseños y elementos visuales personalizados, haciendo que la creación de contenido gráfico sea más intuitiva.
- *Lumen5*: Utiliza inteligencia artificial para convertir texto en videos, seleccionando automáticamente imágenes y videoclips relevantes para mejorar la presentación visual.
- *Storyboard That*: Herramienta que utiliza IA para crear cómics y guiones gráficos interactivos, facilitando la representación visual de conceptos educativos.
- *DeepArt.io*: Utiliza algoritmos de redes neuronales para aplicar estilos artísticos a imágenes, permitiendo la creación de contenido visualmente atractivo y único.
- *Quillionz*: Herramienta basada en IA que genera preguntas automáticamente a partir de contenido educativo, facilitando la creación de material didáctico interactivo.
- *Replika*: IA de chat que puede ser utilizada para simular personajes o interactuar con estudiantes de una manera creativa, fomentando la participación.
- *Vidnami*: Utiliza tecnología de voz y reconocimiento facial basada en IA para convertir texto en videos de manera automática, haciendo que el contenido educativo sea más dinámico.

➤ *Personalización del Aprendizaje*

La personalización del aprendizaje es una tendencia importante en la educación, y la inteligencia artificial juega un papel clave en la adaptación de la enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes. Algunas

herramientas destacadas para la personalización del aprendizaje basadas en inteligencia artificial son:

- *Knewton*: Plataforma que utiliza algoritmos de aprendizaje adaptativo para personalizar el contenido y los recursos según las habilidades y necesidades específicas de cada estudiante.
- *DreamBox*: Herramienta que utiliza IA para adaptar dinámicamente las lecciones de matemáticas a cada estudiante, proporcionando actividades personalizadas para su nivel de habilidad.
- *SMART Learning Suite*: Conjunto de herramientas educativas que incluye funciones de aprendizaje adaptativo, permitiendo que los profesores personalicen la enseñanza y el contenido según el progreso de cada estudiante.
- *Edmodo*: Plataforma educativa que utiliza IA para proporcionar recomendaciones personalizadas de contenido y actividades según el rendimiento y los intereses de los estudiantes.
- *Squirrel AI*: Sistema de aprendizaje adaptativo basado en IA que se ajusta continuamente a las necesidades individuales de los estudiantes en áreas como matemáticas y lenguaje.
- *Cognii*: Herramienta de procesamiento de lenguaje natural que proporciona retroalimentación personalizada sobre respuestas abiertas, ayudando a personalizar la experiencia de aprendizaje.
- *Dream Learners*: Plataforma que utiliza IA para crear experiencias de aprendizaje personalizadas mediante la gamificación y la adaptación de contenido.
- *Cognizant's AI-Powered Education Platform*: Plataforma que utiliza análisis de datos y algoritmos de inteligencia artificial para ofrecer *insights* sobre el

rendimiento estudiantil y mejorar las estrategias de enseñanza.

- *Duolingo*: Plataforma de aprendizaje de idiomas que utiliza técnicas de aprendizaje automático para personalizar las lecciones y adaptarse al progreso de cada usuario.
- *McGraw-Hill ALEKS*: Plataforma de aprendizaje adaptativo que utiliza IA para evaluar y personalizar la ruta de aprendizaje de cada estudiante en matemáticas y otros temas.
- *Coursera*: Plataforma de educación en línea que utiliza algoritmos de recomendación para personalizar las sugerencias de cursos y contenidos basándose en el historial y preferencias del estudiante.
- *AdaptiveU*: Plataforma que utiliza aprendizaje automático para adaptar el contenido del curso y las evaluaciones a las habilidades y preferencias de cada estudiante.

#### ➤ *Actividades de aprendizaje*

La creación de actividades de aprendizaje basadas en inteligencia artificial (IA) es un enfoque que está ganando popularidad para personalizar la experiencia de aprendizaje. Algunas herramientas que destacan en este ámbito son:

- *Knewton*: Plataforma de aprendizaje adaptativo que utiliza algoritmos de IA para personalizar la secuencia de lecciones y actividades según el rendimiento de cada estudiante.
- *DreamBox*: Herramienta de aprendizaje de matemáticas que utiliza IA para adaptar dinámicamente las actividades según el nivel de habilidad y las necesidades individuales de los estudiantes.
- *SMART Learning Suite*: Conjunto de herramientas educativas que incluye funciones de aprendizaje

- adaptativo, permitiendo a los profesores personalizar las actividades según el progreso de cada estudiante.
- *Edpuzzle*: Plataforma que utiliza IA para crear lecciones de video interactivas, adaptándose al ritmo y las necesidades de cada estudiante.
  - *Cognii*: Herramienta de procesamiento de lenguaje natural que proporciona retroalimentación personalizada sobre respuestas abiertas, permitiendo actividades de aprendizaje más interactivas.
  - *Quillionz*: Herramienta basada en IA que genera preguntas automáticamente a partir de contenido educativo, facilitando la creación de actividades de evaluación y estudio.
  - *IXL Learning*: Plataforma de práctica que utiliza IA para adaptar automáticamente las actividades según el desempeño y las áreas de mejora de cada estudiante.
  - *Cognizant's AI-Powered Education Platform*: Plataforma que utiliza análisis de datos y algoritmos de inteligencia artificial para personalizar las actividades de aprendizaje y ofrecer recomendaciones específicas.
  - *Aleks*: Sistema de aprendizaje adaptativo que utiliza IA para evaluar las habilidades de los estudiantes y proporcionar actividades de aprendizaje personalizadas en matemáticas y otros temas.
  - *AdaptiveU*: Plataforma que utiliza aprendizaje automático para adaptar las actividades del curso y las evaluaciones según las habilidades y preferencias de cada estudiante.
  - *McGraw-Hill Redbird Mathematics*: Programa de aprendizaje adaptativo que utiliza IA para personalizar las actividades y lecciones de matemáticas según el progreso de cada estudiante.

- *Cerego*: Plataforma de aprendizaje adaptativo que utiliza algoritmos de IA para adaptar la dificultad y la secuencia de las actividades de estudio.

➤ *Evaluación Automatizada*

La creación de evaluaciones basadas en inteligencia artificial (IA) implica el uso de algoritmos avanzados para analizar y evaluar el desempeño de los estudiantes de manera más eficiente y personalizada. Algunas herramientas utilizadas en este ámbito son:

- *Inspera Assessment*: Plataforma que utiliza IA para crear evaluaciones adaptativas, permitiendo ajustes en tiempo real basados en el rendimiento del estudiante.
- *Cognii*: Herramienta de procesamiento de lenguaje natural que proporciona retroalimentación automática y personalizada en respuestas abiertas durante evaluaciones.
- *Quizizz*: Plataforma que utiliza IA para crear cuestionarios interactivos y adaptativos, personalizando las preguntas según el nivel de habilidad de los estudiantes.
- *Proctorio*: Sistema de monitoreo de exámenes en línea que utiliza tecnologías de IA para detectar comportamientos sospechosos y garantizar la integridad en los exámenes virtuales.
- *ExamSoft*: Plataforma que utiliza IA para analizar datos y proporcionar información detallada sobre el rendimiento de los estudiantes en exámenes y evaluaciones.
- *Wiris Quizzes*: Herramienta que utiliza IA para evaluar automáticamente respuestas en formato matemático, incluyendo ecuaciones y gráficos.
- *Mettl*: Plataforma de evaluación de habilidades que utiliza IA para analizar el rendimiento en evaluaciones prácticas y entrevistas técnicas.

- *SafeAssign*: Herramienta de detección de plagio que utiliza IA para comparar trabajos de estudiantes con una amplia base de datos de contenido académico.
- *Turnitin*: Herramienta que utiliza IA para la detección de plagio en trabajos y ensayos, analizando el contenido para identificar similitudes con fuentes en línea y otros documentos.
- *AdaptiveU*: Plataforma que utiliza aprendizaje automático para adaptar las evaluaciones y actividades de estudio según las habilidades y preferencias de cada estudiante.
- *Cognero*: Plataforma que utiliza IA para generar automáticamente preguntas de evaluación personalizadas en función de los niveles de habilidad y las necesidades de los estudiantes.
- *IXL Learning*: Plataforma que utiliza IA para adaptar las actividades de aprendizaje y evaluaciones a las habilidades y áreas de mejora de cada estudiante.

➤ *Traducción Automatizada*

La traducción automatizada basada en inteligencia artificial ha avanzado significativamente en los últimos años. Algunas de las principales herramientas para traducción automática basadas en inteligencia artificial son:

- *Google Translate*: Ofrece traducción de texto, voz y escritura a mano. Utiliza redes neuronales para mejorar la calidad de las traducciones y admite una amplia variedad de idiomas.
- *Microsoft Translator*: Proporciona traducción de texto, voz, imágenes y documentos. También ofrece funciones de traducción en tiempo real para conversaciones.
- *DeepL*: Conocido por ofrecer traducciones de alta calidad, utiliza redes neuronales profundas y es especialmente fuerte en idiomas europeos.

- *IBM Watson Language Translator*: Ofrece traducción automática en una variedad de idiomas utilizando modelos de lenguaje basados en inteligencia artificial.
- *Yandex.Translate*: Herramienta de traducción de Yandex, un motor de búsqueda ruso, que utiliza tecnologías de procesamiento de lenguaje natural para traducir texto y páginas web.
- *Systran*: Proporciona servicios de traducción automática utilizando motores de traducción estadística y motores de traducción neuronal.
- *Lingocloud*: Herramienta de traducción que utiliza inteligencia artificial y machine learning para proporcionar traducciones de alta calidad y personalizadas.
- *Matecat*: Plataforma de traducción asistida por inteligencia artificial que combina la traducción automática con la intervención humana para mejorar la calidad.
- *PROMT Translator*: Ofrece traducciones automáticas utilizando tecnologías estadísticas y neuronales. Admite una variedad de pares de idiomas.
- *MyMemory Translator*: Basado en una memoria de traducción colaborativa, utiliza algoritmos de aprendizaje automático para mejorar las traducciones a lo largo del tiempo.
- *Translate.com*: Proporciona servicios de traducción automáticos y también ofrece la posibilidad de trabajar con traductores humanos a través de la plataforma.
- *Baidu Translate*: Servicio de traducción de la compañía china Baidu que utiliza tecnologías de inteligencia artificial para ofrecer traducciones precisas.

## ➤ *Juegos Educativos*

El aprendizaje basado en juegos (ABJ) es una estrategia educativa efectiva, y la inteligencia artificial (IA) ha ampliado las posibilidades en este campo. Algunas herramientas destacadas para el aprendizaje basado en juegos basadas en inteligencia artificial son:

- *Minecraft: Education Edition*: Utiliza escenarios y desafíos de Minecraft para enseñar diversos temas. Puede ser ampliado mediante la programación en el juego con herramientas como MakeCode de Microsoft.
- *Kahoot!*: Plataforma de juegos educativos que permite a los profesores crear cuestionarios y actividades interactivas para evaluar el aprendizaje de los estudiantes.
- *BrainPOP*: Plataforma que utiliza videos animados, juegos y actividades interactivas para enseñar una variedad de temas en diversas materias.
- *Quillionz*: Herramienta de inteligencia artificial que genera preguntas automáticamente a partir de contenido educativo, facilitando la creación de desafíos y evaluaciones.
- *Duolingo*: Aplicación de aprendizaje de idiomas que utiliza elementos de juego, como puntajes y recompensas, para motivar a los usuarios a aprender nuevos idiomas.
- *Prodigy*: Plataforma de matemáticas que utiliza juegos para enseñar y evaluar a los estudiantes, adaptando el contenido según el rendimiento individual.
- *CodeCombat*: Juego en línea que enseña programación a través de la resolución de desafíos interactivos. Utiliza una interfaz de juego para hacer la programación más accesible.

- *DragonBox*: Serie de juegos que enseña conceptos matemáticos de manera intuitiva y lúdica, facilitando la comprensión de temas complejos.
- *Cognimates*: Plataforma del MIT Media Lab que utiliza juegos para enseñar a los niños conceptos de programación y habilidades cognitivas a través de la interacción con robots y juegos.
- *Quizizz*: Herramienta que transforma la evaluación en una experiencia de juego, permitiendo a los estudiantes competir entre sí en cuestionarios interactivos.
- *Squirrel AI*: Plataforma de aprendizaje adaptativo que utiliza IA para personalizar la experiencia de aprendizaje a través de juegos educativos.
- *Osmo*: Ofrece juegos educativos que combinan el juego físico y digital para enseñar matemáticas, lectura, programación y otros conceptos.

➤ *Simulaciones Inmersiva e Interactivas*

La creación de actividades de aprendizaje basadas en simulaciones interactivas o inmersivas con inteligencia artificial implica el uso de herramientas avanzadas. Algunas herramientas destacadas que para considerar son:

- *Unity3D*: Ampliamente utilizado en el desarrollo de juegos y simulaciones interactivas, Unity permite integrar algoritmos de inteligencia artificial y crear experiencias inmersivas.
- *IBM Watson Studio*: Ofrece herramientas para crear aplicaciones y experiencias basadas en inteligencia artificial. Puedes integrar servicios de aprendizaje automático y analítica de datos.
- *AI2-THOR*: Un entorno de simulación 3D diseñado para entrenar y probar algoritmos de visión por computadora y robótica, útil para actividades educativas en inteligencia artificial.

- *Microsoft AirSim*: Simulador de sistemas de vehículos autónomos que puede ser utilizado para crear actividades de aprendizaje relacionadas con la inteligencia artificial en el ámbito de vehículos autónomos.
- *Gazebo*: Un simulador de robótica 3D de código abierto que es ideal para crear entornos de simulación para robots y sistemas autónomos.
- *MATLAB Simulink*: Herramienta de modelado y simulación que puede ser utilizada para crear actividades de aprendizaje en ingeniería y ciencias aplicadas, integrando algoritmos de inteligencia artificial.
- *Labster*: Plataforma que ofrece simulaciones virtuales en el campo de la ciencia, permitiendo la creación de actividades educativas inmersivas.
- *Cospaces Edu*: Plataforma que permite a los estudiantes y profesores crear experiencias de realidad virtual y simulaciones interactivas sin necesidad de habilidades de programación avanzadas.
- *EduSim*: Plataforma diseñada específicamente para la creación de simulaciones educativas inmersivas. Facilita la integración de contenido basado en inteligencia artificial.
- *Storyline 360 (Articulate)*: Herramienta de creación de contenido e-learning que permite integrar simulaciones interactivas y actividades educativas. Aunque no es específicamente para inteligencia artificial, es versátil y fácil de usar.

➤ *Asistentes Virtuales de Aprendizaje*

La creación de asistentes virtuales de aprendizaje basados en inteligencia artificial (IA) puede ser una forma efectiva de proporcionar apoyo educativo personalizado. Algunas

herramientas y plataformas que pueden ser útiles en este contexto son:

- *Dialogflow (Google Cloud)*: Plataforma de desarrollo de chatbots y asistentes virtuales propiedad de Google. Ofrece herramientas para crear interfaces de conversación natural y se puede integrar con diversas plataformas.
- *Microsoft Bot Framework*: Kit de desarrollo de software (SDK) de Microsoft para la creación de bots y asistentes virtuales. Puede ser utilizado con servicios de inteligencia artificial de Microsoft como Azure Cognitive Services.
- *IBM Watson Assistant*: Herramienta de desarrollo de chatbots y asistentes virtuales basada en la tecnología de IBM Watson. Ofrece capacidades de procesamiento de lenguaje natural y aprendizaje automático.
- *Amazon Lex*: Servicio de Amazon Web Services (AWS) diseñado para construir interfaces de conversación para aplicaciones. Puede ser utilizado para crear asistentes virtuales y chatbots.
- *Wit.ai*: Plataforma de procesamiento de lenguaje natural (NLP) de Facebook que permite construir interfaces de conversación. Es gratuita y fácil de usar.
- *Rasa*: Marco de código abierto para el desarrollo de chatbots y asistentes virtuales. Ofrece flexibilidad y control total sobre el desarrollo del asistente virtual.
- *Pandorabots*: Plataforma para la creación de chatbots y asistentes virtuales. Utiliza AIML (Artificial Intelligence Markup Language) para definir respuestas.
- *ChatGPT (OpenAI)*: Modelo de lenguaje basado en inteligencia artificial desarrollado por OpenAI. Puede ser utilizado para crear interfaces de conversación y asistentes virtuales mediante la API de OpenAI.

- *SnatchBot*: Plataforma de construcción de chatbots que ofrece una interfaz visual para crear y desplegar asistentes virtuales.
- *Botpress*: Plataforma de código abierto para el desarrollo de chatbots. Proporciona herramientas para crear asistentes virtuales altamente personalizables.
- *Aivo*: Plataforma que combina inteligencia artificial y agentes virtuales para ofrecer asistencia y respuestas automáticas.
- *Cisco MindMeld*: Plataforma de desarrollo de asistentes virtuales de código abierto con enfoque en el procesamiento de lenguaje natural.

*Resultados del SLR “Programas y herramientas educativas basadas en la IA”*

Con el propósito de profundizar en los programas y herramientas educativas basadas en la IA, se realizó una revisión sistemática de la literatura. Es importante señalar que en este libro se describen las aplicaciones que se consideraron pertinentes para aportar respuestas a las preguntas planteadas. A continuación, se presentan los principales resultados

**Tabla 8.**

*Resultados del SLR “Programas y herramientas educativas basadas en la IA”*

<b>Aplicaciones</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
<i>Contenido Educativo Creativo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Thoring, K., Huettemann, S., &amp; Mueller, R. M. (2023).</li> <li>– Ko, H. K., Park, G., Jeon, H., Jo, J., Kim, J., &amp; Seo, J. (2023,).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Artbreeder</li> <li>– GPT-3 y GPT-4 de OpenAI</li> <li>– Cognimates</li> <li>– Jukedeck</li> <li>– Runway ML</li> <li>– Canva Pro with Magic Resize</li> <li>– Lumen5</li> <li>– Storyboard That</li> </ul>

<b>Aplicaciones</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Roumeliotis, K. I., &amp; Tselikas, N. D. (2023).</li> <li>- Su, J., &amp; Yang, W. (2022).</li> <li>- Brush, T. A., &amp; Saye, J. W. (2002).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DeepArt.io</li> <li>- Quillionz</li> <li>- Replika</li> <li>- Vidnami</li> </ul>
<i>Personalización del Aprendizaje</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haldorai, A., Murugan, S., &amp; Ramu, A. (2021).</li> <li>- Mohd, C. K. N. C. K., Shahbodin, F., Mohd, S., Nor, A. M., Mohamad, S. N., &amp; Saaya, Z. (2020).</li> <li>- Budiman, A. (2020).</li> <li>- Johanes, P., &amp; Lagerstrom, L. (2017).</li> <li>- Doble, C., Matayoshi, J., Cosyn, E., Uzun, H., &amp; Karami, A. (2019).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knewton</li> <li>- DreamBox</li> <li>- SMART Learning Suite</li> <li>- Edmodo</li> <li>- Squirrel AI</li> <li>- Cognii</li> <li>- Dream Learners</li> <li>- Cognizant's AI-Powered Education Platform</li> <li>- Duolingo</li> <li>- McGraw-Hill ALEKS</li> <li>- Coursera</li> <li>- AdaptiveU</li> </ul>
<i>Actividades de aprendizaje</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hung, T. V., &amp; Hạng, Đ. T. M. (2021).</li> <li>- Donaldson, P., Ntarmos, N., &amp; Portelli, K. (2017).</li> <li>- Ezzaim, A., Kharroubi, F., Dahbi, A., Aqqal, A., &amp; Haidine, A. (2022).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knewton</li> <li>- DreamBox</li> <li>- SMART Learning Suite</li> <li>- Edpuzzle</li> <li>- Cognii</li> <li>- Quillionz.</li> <li>- IXL Learning</li> <li>- Cognizant's AI-Powered Education Platform</li> <li>- Aleks</li> <li>- AdaptiveU</li> <li>- McGraw-Hill Redbird Mathematics</li> </ul>

<b>Aplicaciones</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nalbant, K. G. (2021).</li> <li>- İpek, Z. H., Gözüml, A. I. C., Papadakis, S., &amp; Kallogiannakis, M. (2023).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cerego</li> </ul>
<i>Evaluación Automatizada</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Febriani, I., &amp; Abdullah, M. I. (2018).</li> <li>- Nafrees, A. C. M., Bharathi, B., Sasubilli, D., &amp; Komma, S. S. R. (2022).</li> <li>- Kurzhals, H. D. (2022).</li> <li>- Fluck, A. E. (2019).</li> <li>- Hill, J. D., &amp; Page, E. F. (2009).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspera Assessment</li> <li>- Cognii</li> <li>- Quizizz</li> <li>- Proctorio</li> <li>- ExamSoft</li> <li>- Wiris Quizzes</li> <li>- Mettl</li> <li>- SafeAssign</li> <li>- Turnitin</li> <li>- AdaptiveU</li> <li>- Cognero</li> <li>- IXL Learning</li> </ul>
<i>Traducción Automatizada</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saravanan, K., Sreedevi, E., &amp; Subhamathi, V. (2017).</li> <li>- Mich, L. (2020).</li> <li>- DuBay, M., &amp; Watson, L. R. (2019).</li> <li>- Ali, M. Y., Naeem, S. B., &amp; Bhatti, R. (2020).</li> <li>- Trivedi, A., Pant, N., Shah, P., Sonik, S., &amp; Agrawal, S. (2018).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Google Translate</li> <li>- Microsoft Translator</li> <li>- DeepL</li> <li>- IBM Watson Language Translator</li> <li>- Yandex.Translate</li> <li>- Systran</li> <li>- Lingocloud</li> <li>- Matecat</li> <li>- PROMT Translator</li> <li>- MyMemory Translator</li> <li>- Translate.com</li> <li>- Baidu Translate</li> </ul>
<i>Juegos Educativos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nebel, S., Schneider, S., &amp; Rey, G. D. (2016).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minecraft: Education Edition</li> <li>- Kahoot!</li> <li>- BrainPOP</li> </ul>

<b>Aplicaciones</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lindberg, R. S., Laine, T. H., &amp; Haaranen, L. (2019).</li> <li>- Shavab, O. A. K., Yulifar, L., Supriatna, N., &amp; Mulyana, A. (2021).</li> <li>- Giannakos, M., Voulgari, I., Papavlasopoulou, S., Papamitsiou, Z., &amp; Yannakakis, G. (2020).</li> <li>- McLaren, B. M., &amp; Nguyen, H. A. (2023).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quillionz</li> <li>- Duolingo</li> <li>- Prodigy</li> <li>- CodeCombat</li> <li>- DragonBox</li> <li>- Cognimates</li> <li>- Quizizz</li> <li>- Squirrel AI</li> <li>- Osmo</li> </ul>
<i>Simulaciones Inmersiva e Interactivas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chen, X., Song, G., &amp; Zhang, Y. (2010).</li> <li>- Agrawal, R., Bharadwaj, S. K., &amp; Kothari, D. P. (2013)</li> <li>- Staranowicz, A., &amp; Mariottini, G. L. (2011).</li> <li>- Sweeney, M. O., Farkas, J. E., Homan, E. P., &amp; Raytcheva, D. D. A. (2022).</li> <li>- Tselegkaridis, S., &amp; Sapounidis, T. (2021).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unity3D</li> <li>- IBM Watson Studio</li> <li>- AI2-THOR</li> <li>- Microsoft AirSim</li> <li>- Gazebo</li> <li>- MATLAB Simulink</li> <li>- Labster</li> <li>- Cospaces Edu</li> <li>- EduSim</li> <li>- Storyline360 (Articulate)</li> </ul>
<i>Asistentes Virtuales de Aprendizaje</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gubareva, R., &amp; Lopes, R. P. (2020).</li> <li>- Soliman, M., &amp; Guetl, C. (2010).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dialogflow (Google Cloud)</li> <li>- Microsoft Bot Framework</li> <li>- IBM Watson Assistant</li> </ul>

Aplicaciones	Autores	Sinopsis
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reisoğlu, I., Topu, B., Yılmaz, R., Karakuş Yılmaz, T., &amp; Göktaş, Y. (2017).</li> <li>- Scott, E., Soria, A., &amp; Campo, M. (2016).</li> <li>- Virkus, S., Agegn Alemu, G., Asfaw Demissie, T., Jakup Kokollari, B., Melgar Estrada, L. M., &amp; Yadav, D. (2009).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amazon Lex</li> <li>- Wit.ai</li> <li>- Rasa</li> <li>- Pandorabots</li> <li>- ChatGPT (OpenAI)</li> <li>- SnatchBot</li> <li>- Botpress.</li> <li>- Aivo</li> <li>- Cisco MindMeld</li> </ul>

### ❖ ***Países líderes en el desarrollo y aplicación de la IA***

Algunos ejemplos de países que están avanzando en la incorporación de la IA en la educación incluyen (ChatGPT, 2023):

- ✓ *China*: Es líder en la adopción de la inteligencia artificial en la educación, con el uso de tecnología AI para la personalización del aprendizaje, la evaluación de estudiantes y la enseñanza en línea.
- ✓ *Estados Unidos*: Incorpora la inteligencia artificial en la educación en diversos niveles, desde escuelas primarias y secundarias hasta instituciones de educación superior, para mejorar la experiencia de aprendizaje y proporcionar apoyo adicional a los estudiantes.
- ✓ *Reino Unido*: Utiliza la inteligencia artificial para crear herramientas de evaluación, personalizar la enseñanza y mejorar la eficiencia en la gestión de instituciones educativas.

- ✓ *Finlandia*: Conocida por su sistema educativo de alta calidad, también ha estado investigando y adoptando la inteligencia artificial para mejorar la enseñanza y el aprendizaje.
- ✓ *Singapur*: Utiliza la inteligencia artificial en la educación para personalizar la instrucción y mejorar la eficiencia en la gestión escolar.
- ✓ *Emiratos Árabes Unidos*: Invierten en tecnología educativa, incluyendo la inteligencia artificial, para modernizar la educación.
- ✓ *India*: Adopta la inteligencia artificial en la educación para proporcionar acceso a la educación en línea y mejorar la calidad de la enseñanza.

Estos son solo algunos ejemplos, y la adopción de la inteligencia artificial en la educación está en constante evolución en todo el mundo. Estos países están en la vanguardia de la adopción de la IA en la educación, y se espera que otros países también sigan su ejemplo a medida que la tecnología continúa avanzando.

### *Resultados del SLR “Países líderes en el desarrollo y aplicación de la IA”*

Con el propósito de profundizar en un mayor conocimiento sobre los países líderes en el desarrollo y aplicación de la IA, se realizó una revisión sistemática de la literatura. Es importante señalar que en este libro se describen programas que se consideraron pertinentes para aportar respuestas a las preguntas planteadas. Los principales resultados se presentan en la tabla 9.

**Tabla 9.**

*Resultados del SLR “Países líderes en el desarrollo y aplicación de la IA”*

<b>Países</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
<i>China</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Paek, S., &amp; Kim, N. (2021).</li> <li>– Yang, X. (2019).</li> <li>– Wu, F., Lu, C., Zhu, M., Chen, H., Zhu, J., Yu, K., ... &amp; Pan, Y. (2020).</li> <li>– Li, B., &amp; Gao, Y. (2023).</li> <li>– Qiao-Franco, G., &amp; Zhu, R. (2022)</li> </ul>	<p>En 2017, el Ministerio de Ciencia y Tecnología anunció las primeras plataformas nacionales para la innovación y el desarrollo de la IA de nueva generación. Para fortalecer la educación científica básica, China está desarrollando una variedad de actividades educativas sobre IA para alentar a los profesionales de la tecnología en todo el país a participar en el esfuerzo por popularizar la educación sobre IA y aumentar el conocimiento general del público, construyendo y mejorando todos los aspectos de la educación básica, así como la infraestructura para la educación científica de la IA.</p>
<i>Estados Unidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bhutoria, A. (2022).</li> <li>– Akgun, S., &amp; Greenhow, C. (2021).</li> <li>– Ahmad, K., Qadir, J., Al-Fuqaha, A., Iqbal, W., El-Hassan, A., Benhaddou, D., &amp; Ayyash, M. (2020).</li> <li>– Shamkuwar, M., Jindal, P., More, R., Patil, P., &amp;</li> </ul>	<p>Estados Unidos mantiene su posición de ser un actor maduro y de larga trayectoria en el escenario global de EdTech, con empresas como Coursera, Udemy y Masterclass que brindan servicios a estudiantes de todo el mundo. También desempeña un papel central en la colaboración entre el gobierno y el sector privado, principales actores de la educación para comprender la IA. Por ejemplo, el programa “AI for ALL”, implementado en los Estados Unidos, enfatiza que la educación en IA debe integrar a todos los ciudadanos para resolver problemas sociales a través de la</p>

<b>Países</b>	<b>Autores</b>	<b>Sinopsis</b>
	Mahamuni, P. (2023)	creación de una plataforma que ofrece planes de estudios y recursos docentes gratuitos.
<i>Reino Unido</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pham, S. T., &amp; Sampson, P. M. (2022).</li> <li>– Bughin, J., Herring, L., Mayhew, H., Seong, J., &amp; Allas, T. (2019).</li> <li>– Checa, J. S. (2020).</li> <li>– Roberts, H., Babuta, A., Morley, J., Thomas, C., Taddeo, M., &amp; Floridi, L. (2023).</li> <li>– , A. A., &amp; Nurmandi, A. (2021).</li> </ul>	Las fortalezas del Reino Unido en materia de IA, la ciencia relativa y su liderazgo político se reflejan en su posición sobre las capacidades. El Gobierno del Reino Unido está invirtiendo en el desarrollo e implementación de Oak National Academy, para apoyar a los docentes con recursos curriculares en línea de alta calidad y para crear nuevas herramientas de enseñanza utilizando IA. Este nuevo impulso también permitirá evaluar y mejorar estas herramientas antes de ponerlas a disposición de forma gratuita. Todos los profesores se beneficiarán de estos nuevos recursos educativos basados en IA, que les ayudarán a planificar lecciones, crear cuestionarios en el aula, y reducir la carga de trabajo administrativa.
<i>Finlandia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rousku, K., Andersson, C., Stenfors, S., Lähtenmäki, I., Limnell, J., Mäkinen, K., ... &amp; Rissanen, O. P. (2019).</li> <li>– Hautala, J., &amp; Heino, H. (2023).</li> <li>– Robinson, S. C. (2020).</li> <li>– Ojwang, F. (2022).</li> </ul>	En la literatura internacional, Finlandia ha tenido uno de los sistemas educativos de mejor desempeño durante más de dos décadas. El alto nivel de educación de Finlandia y décadas de investigación en aprendizaje automático y procesamiento de señales han formado una base sólida para el conocimiento y el desarrollo de la IA aplicada en la Educación. Por ejemplo, Eximia es una empresa finlandesa de tecnología y educación que ha desarrollado un nuevo software de

Países	Autores	Sinopsis
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wittka, M. (2020).</li> </ul>	<p>aprendizaje individual para estudiantes. Mediante el uso de inteligencia artificial, los textos, ensayos y tareas matemáticas contestadas por el alumno se evalúan de forma inmediata. Esto mejora el aprendizaje, aumenta la motivación para aprender y ayuda a mejorar las propias habilidades.</p>
<i>Singapur</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Huang, J. S. (2022).</li> <li>– Xu, P., Dong, W., &amp; Wang, C. (2022).</li> <li>– Lee, A. V. Y., Koh, E., &amp; Looi, C. K. (2023).</li> <li>– Varakantham, P., An, B., Low, B., &amp; Zhang, J. (2017).</li> <li>– Karippur, N. K., Liang, S., &amp; Balaramachandran, P. R. (2020).</li> </ul>	<p>Durante las últimas dos décadas, la educación en Singapur ha cambiado su enfoque de la enseñanza centrada en el docente, al aprendizaje centrado en el estudiante. Este cambio depende de que los docentes respondan a las necesidades en términos de currículo, pedagogía y evaluación. Singapur explora la inteligencia artificial para la educación (AIED) para promover el aprendizaje individual o colaborativo. También introduce sistemas de tutoría inteligente y sistemas de orquestación del aula como herramientas que pueden ayudar a los profesores a afrontar las complejidades de enseñar tanto a un estudiante individual como a un grupo de estudiantes.</p>
<i>Emiratos Árabes Unidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Johnson, D., Alsharid, M., El-Bouri, R., Mehdi, N., Shamout, F., Szenicer, A., ... &amp; Binghalib, S. (2022).</li> <li>– Alhashmi, S. F., Salloum, S. A., &amp;</li> </ul>	<p>Recientemente, el gobierno de los Emiratos Árabes Unidos (EAU) se está centrando en la estrategia de Inteligencia Artificial (IA) para proyectos futuros que servirán a varios sectores. En educación, los EAU han estado liderando al realizar transformaciones audaces, incluido, por ejemplo, el inicio de un plan a largo plazo para eliminar gradualmente los libros</p>

Países	Autores	Sinopsis
	<p>Mhamdi, C. (2019).</p> <p>– Dahabreh, F. (2023).</p> <p>– Li, P., Bastone, A., Mohamad, T. A., &amp; Schiavone, F. (2023).</p> <p>– Shamout, F. E., &amp; Ali, D. A. (2021).</p>	<p>de texto impresos. Existe un plan aún más agresivo para invertir en un Centro de Medios Educativos de clase mundial, que creará una gran cantidad de contenido digital de alta calidad. Además, la personalización del aprendizaje y la introducción de aceleradores para impulsar a los estudiantes con habilidades únicas a través de programas de crédito dual unirán las escuelas primarias y secundarias con las instituciones de educación superior, tanto a nivel local como internacional.</p>
<i>India</i>	<p>– Jaiswal, A., &amp; Arun, C. J. (2021).</p> <p>– Bhatnagar, H. (2020).</p> <p>– Karan, B., &amp; Angadi, G. R. (2023).</p> <p>– Srivastava, S. K. (2018).</p> <p>– Vempati, S. S. (2016).</p> <p>– Bajpai, N., &amp; Wadhwa, M. (2021).</p>	<p>En la India, el uso de la IA para desarrollar nuevas soluciones de enseñanza-aprendizaje está ganando impulso para la transformación del sistema educativo. Las escuelas están comenzando a pasar de los métodos convencionales de enseñanza a la educación inteligente para mejorar las experiencias de aprendizaje de los estudiantes. En el contexto de los países emergentes, las empresas indias de tecnología educativa han logrado avances modestos en la reelaboración de algunos de estos productos. Así, la personalización del aprendizaje y la recomendación de material de estudio adaptado a las necesidades del estudiante es un resultado importante de las plataformas de aprendizaje impulsadas por la IA.</p>

## IV. CONCLUSIONES

A través de esta investigación educativa fue posible corroborar que el desarrollo y aplicación de la *Inteligencia Artificial* es un proceso dinámico pero heterogéneo en los distintos países del mundo, el cual tiene repercusiones en las sociedades, el medio ambiente, los ecosistemas y las vidas humanas. Debido en parte a las nuevas formas en que este proceso influye en el pensamiento, las interacciones y la toma de decisiones, también impacta a la educación, las ciencias sociales y humanas, exactas, naturales, así como en la cultura y la comunicación y la información (UNESCO, 2021a).

Por su parte, la investigación educativa es un proceso pautado sobre el que existen consensos básicos que permiten constatar su validez tanto interna como externa, así como la confiabilidad de sus hallazgos (Zorrilla-Fierro, 2010). Efectivamente, la investigación educativa representa el conjunto de acciones sistemáticas y deliberadas que conducen al diseño e implementación de modelos y sistemas educativos. Es por ello por lo que la investigación más completa no solo obtiene información y analiza los datos para describir una situación, sino que construye una explicación del fenómeno. A su vez, los investigadores educativos deben difundir sus resultados y comprometerse a perseguir el impacto de las verdades descubiertas (Schmelkes, 1993).

A la luz de estas reflexiones, la presente investigación educativa buscó generar información relevante que permitiera aportar respuestas a las siguientes preguntas:

- *¿De qué manera los marcos éticos, teóricos y conceptuales brindan enfoques para coadyuvar a un mejor conocimiento, desarrollo y aplicación de la IA?*

En la actualidad, la IA es un campo de estudio compuesto por varias disciplinas poco conectadas que abarcan temas de abstracción de conocimiento, estrategias de aprendizaje, dominio de razonamiento y mecanismos de razonamiento.

Se reconoce que puede resultar semánticamente problemático definir la IA como término por lo que se recomienda establecer marcos éticos, teóricos y conceptuales que faciliten una amplia comprensión.

Dentro de este contexto, los marcos éticos son adoptados por organizaciones, instituciones gubernamentales y empresas para orientar sus políticas y prácticas en el campo de la inteligencia artificial. También por los grupos de trabajo dedicados a la ética de la IA que contribuyen a la formulación y promoción de prácticas éticas en la comunidad de la IA. En estos marcos la ética se considera como una base dinámica para la evaluación y orientación normativa de las tecnologías de la IA, tomando como referencia la dignidad humana, el bienestar y la prevención de daños y apoyándose en la ética de la ciencia y la tecnología.

Por su parte, los marcos teóricos están en constante evolución a medida que los investigadores continúan explorando nuevos enfoques, combinando diferentes paradigmas y desarrollando sistemas de IA más avanzados. Se distinguen los aportes realizados desde la IA simbólica o IA clásica, Ciencia cognitiva, Teoría de la Información, Teoría de la Decisión, Razonamiento Bayesiano y Lógica Difusa.

A menudo, los sistemas de IA utilizan una combinación de estos enfoques según el problema específico que están diseñados para abordar. Así, la elección del marco a menudo dependerá de la aplicación específica de la IA, el tipo de problema a resolver, los objetivos, la aplicación y los recursos disponibles. En los marcos conceptuales se ha aplicado diversos enfoques, entre los cuales se distinguen: Sistemas de Agente, Aprendizaje Automático, Lógica y Representación del Conocimiento, Procesamiento del Lenguaje Natural, Redes Neuronales Artificiales y la Robótica Inteligente.

Al fundamentar planteamientos sobre la inteligencia artificial, los marcos conceptuales o enfoques proporcionan una estructura desde las diferentes áreas de conocimiento que

permiten comprender los fundamentos y los conceptos clave relacionados con la IA. Estos marcos ayudan a los investigadores, desarrolladores y estudiantes a conceptualizar y trabajar con la IA de manera más efectiva.

➤ *¿Cuáles son los principales elementos que facilitan la caracterización tipologías, las redes neuronales y el aprendizaje en la IA?*

Existen diversas tipologías y modelos de IA que se utilizan para abordar una variedad de aplicaciones y se puede clasificar según diversos criterios y dependiendo de los criterios utilizados, ya que cada una tiene sus propias ventajas y desafíos. En la actualidad, la capacidad y enfoque, el funcionamiento, la aplicación y el autoaprendizaje constituyen elementos que permiten caracterizar estas tipologías. Estas tipologías ayudan a comprender los diferentes enfoques y aplicaciones de la inteligencia artificial en función de diversos criterios y contextos. Es importante comprender que la IA es un campo en constante evolución, y nuevas categorías y enfoques pueden surgir con el tiempo.

Dentro de este contexto, la red neuronal es un modelo computacional inspirado en la estructura y el funcionamiento del cerebro humano. Estas redes se utilizan para aprender y realizar tareas específicas como clasificación, reconocimiento de patrones, procesamiento de lenguaje natural y más. Una red neuronal artificial consta de una colección de unidades de procesamiento llamadas "neuronas artificiales" o "nodos".

Al clasificarlas, las Redes Neuronales Feedforward, Redes Neuronales Convolucionales, Redes Neuronales Recurrentes y Redes Neuronales Generativas Adversarias aportan elementos que se utilizan para comprender los comportamientos de las personas y problemáticas en la vida real, por lo que su topología es un factor importante en el rendimiento de la red neuronal, ya que ofrecen una variedad de tareas de aprendizaje automático.

En el campo de estudio de la IA, el término de "*aprendizaje*" se refiere a la capacidad de las máquinas y de los algoritmos para adquirir conocimiento. De esta forma, el aprendizaje es un aspecto fundamental de la inteligencia artificial, ya que permite a los sistemas de IA mejorar su desempeño sin necesidad de programar explícitamente cada paso o regla. Bajo este enfoque, el Aprendizaje supervisado, Aprendizaje no supervisado, Aprendizaje por refuerzo, Aprendizaje por transferencia y el Aprendizaje profundo brindan elementos para mejorar su rendimiento en tareas específicas a medida que se exponen a más datos y experiencia.

➤ *¿Qué tendencias en Inteligencia Artificial Generativa utilizan algunos países en sus programas educativos?*

En la actualidad, la IA se está incorporando en los programas educativos en todo el mundo, aunque la adopción y el alcance pueden variar a medida que se desarrollan más aplicaciones con fines de fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Efectivamente, las tendencias de IA basadas en la inteligencia artificial generativa promueven procesos de innovación educativa que fortalecen: Contenido Educativo Creativo, Personalización del Aprendizaje, Actividades de aprendizaje, Evaluación Automatizada, Traducción Automatizada, Juegos Educativos, Simulaciones Inmersiva e Interactivas y Asistentes Virtuales de Aprendizaje. Hoy en día, la IA ofrece diversas herramientas que pueden ser utilizadas para diseñar, desarrollar, implementar y evaluar innovaciones educativas.

Algunos países están muy conscientes de que las transformaciones económicas y sociales derivadas de esta ola de nuevas aplicaciones tecnológicas presentan oportunidades y desafíos importantes. Por eso se están realizando inversiones de gran magnitud para liderar la innovación en IA, al tiempo que se invierte en preparar a los ciudadanos para que vivan en un mundo cada vez más digital, donde los trabajos pueden cambiar radicalmente en pocos años.

Entre los países que han aplicado las tendencias de IA en la educación destacan: China, Estados Unidos, Reino Unido, Finlandia, Singapur, Emiratos Árabes Unidos y la India. En este último, el uso de la IA para desarrollar nuevas soluciones de enseñanza-aprendizaje está ganando impulso para la transformación del sistema educativo. En la India, las escuelas están comenzando a pasar de los métodos convencionales de enseñanza a la educación inteligente para mejorar las experiencias de aprendizaje de los estudiantes.

Así, la personalización del aprendizaje y la recomendación de material de estudio adaptado a las necesidades del estudiante, son un resultado importante de las plataformas de aprendizaje impulsadas por la IA, en un país que se caracteriza por tener una importante población que año tras año se incorpora en los diferentes sistemas y niveles educativos.

Como se puede observar, el desarrollo rápido de la IA está teniendo un gran impacto en la educación. En los diversos países, los avances en las soluciones impulsadas por la IA conllevan un enorme potencial para el bien social y la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Para que esto ocurra, es necesario realizar ajustes en las políticas de los sistemas educativos y esto requiere una sólida supervisión ética, así como un profundo involucramiento de profesionales e investigadores de todo el mundo (UNESCO, 2021c).

Con base en los resultados de esta investigación de esta investigación educativa se puede concluir que la IA posee la capacidad para impulsar procesos de Innovación Educativa. En estos procesos, los docentes desempeñan un papel crucial proporcionando los conocimientos técnicos, fomentando las habilidades críticas, éticas y adaptativas que son necesarias, para que los estudiantes puedan enfrentar con éxito los desafíos que plantea un contexto global caracterizado por el cambio constante que genera la inteligencia artificial.

## **Futuros trabajos de investigación**

En los resultados de esta investigación educativa se generó información relevante sobre las oportunidades que ofrece la *Inteligencia Artificial Generativa*, por lo que se recomienda realizar estudios que permitan generar conocimiento sobre su aplicación para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en los diferentes niveles educativos. En estos estudios se puede profundizar tanto en el conocimiento teórico como en los resultados de experiencias prácticas relacionadas con las siguientes áreas: Contenido Educativo Creativo, Personalización del Aprendizaje, Actividades de aprendizaje, Evaluación Automatizada, Traducción, Juegos Educativos, Simulaciones Inmersiva e Interactivas y Asistentes Virtuales de Aprendizaje.

Estas investigaciones aportarán luz al dialogo para el diseño e implementación de políticas educativas, y corroboran que los gobiernos deben velar por que la IA siempre respete los principios de seguridad, inclusión, diversidad, transparencia y calidad. A medida que la tecnología de IA continúa integrándose en la educación, es necesario preservar y salvaguardar la diversidad de los sistemas de conocimiento. Ahora es el momento de estar a la altura de estos desafíos y garantizar que los sistemas educativos desempeñen un papel clave para lograr que la transición de la humanidad hacia un mundo de IA sea correcta (UNESCO, 2023b).

## V. REFERENCIAS

- Abiodun, O. I., Jantan, A., Omolara, A.E., Dada, K.V., Mohamed, N. A., & Arshad, H. (2018). State-of-the-art in artificial neural network applications: a survey. *Heliyon*, 4(11), e00938.
- Adeli, H., & Yeh, C. (1989). Perceptron learning in engineering design. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 4(4), 247-256.
- Ågerfalk, P. J., Conboy, K., Crowston, K., Eriksson Lundström, J., Jarvenpaa, S. L., Ram, S., & Mikalef, P. (2022). Artificial intelligence in information systems: State of the art and research roadmap. *Association for Information Systems*, 50, 420-438.
- Agrawal, R., Bharadwaj, S. K., & Kothari, D. P. (2013). An educational and professional simulation tools in power systems and facts controllers-an overview. *International Journal of Electrical, Electronics and Computer Engineering*, 2(2), 91-96.
- Ahmad, K., Qadir, J., Al-Fuqaha, A., Iqbal, W., El-Hassan, A., Benhaddou, D., & Ayyash, M. (2020). *Artificial intelligence in education: a panoramic review*. DOI: <https://doi.org/10.35542/osf.io/zvu2n>
- AI Hleg (2019). *Ethics guidelines for trustworthy AI*. Brussels: European Commission.
- Akgun, S., & Greenhow, C. (2021). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 2, 431-440.
- Al Braiki, B., Harous, S., Zaki, N., & Alnajjar, F. (2020). Artificial intelligence in education and assessment methods. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(5), 1998-2007.
- Ala-Pietilä, P., Bonnet, Y., Bergmann, U., Bielikova, M., Bonefeld-Dahl, C., Bauer, W., ... & Van Wynsberghe, A. (2020). *The assessment list for trustworthy artificial intelligence (ALTAI)*. European Commission.
- Al-Badi, A., & Khan, A. (2022). Perceptions of Learners and Instructors towards Artificial Intelligence in Personalized Learning. *Procedia Computer Science*, 201, 445-451.
- Alhashmi, S. F., Salloum, S. A., & Mhamdi, C. (2019). Implementing artificial intelligence in the United Arab Emirates healthcare sector: an extended technology acceptance

- model. *International Journal of Information Technology and Language Studies*, 3(3), 27-42.
- Ali, M. Y., Nacem, S. B., & Bhatti, R. (2020). Artificial intelligence tools and perspectives of university librarians: An overview. *Business Information Review*, 37(3), 116-124.
- Alkathairi, M. S. (2022). Artificial intelligence assisted improved human-computer interactions for computer systems. *Computers and Electrical Engineering*, 101, 107950.
- Aloysius, N., & Geetha, M. (2017, April). A review on deep convolutional neural networks. In *2017 international conference on communication and signal processing (ICCSP)* (pp. 0588-0592). IEEE.
- Anantrasirichai, N., & Bull, D. (2022). Artificial intelligence in the creative industries: a review. *Artificial intelligence review*, 55, 589–656.
- Arranz, C. F., Arroyabe, M. F., Arranz, N., & de Arroyabe, J. C. F. (2023). Digitalisation dynamics in SMEs: An approach from systems dynamics and artificial intelligence. *Technological Forecasting and Social Change*, 196, 122880.
- Arundel, S. T., Li, W., & Wang, S. (2020). GeoNat v1. 0: A dataset for natural feature mapping with artificial intelligence and supervised learning. *Transactions in GIS*, 24(3), 556-572.
- Ashok, K., Nadikattu, R. R., & Sabri, M. (2021). Influence of Artificial Intelligence on Robotics Industry. *SSRN Electronic Journal*, 9, 4708-4714.
- Augusto, L. M. (2021). From symbols to knowledge systems: A. Newell and HA Simon's contribution to symbolic AI. *Journal of Knowledge Structures and Systems*, 2(1), 29 – 62.
- Badillo, F. L., Hernández, C. A. R., Narváez, B. M., & Trillos, Y. E. A. (2021). Redes neuronales convolucionales: un modelo de Deep Learning en imágenes diagnósticas. Revisión de tema. *Revista colombiana de radiología*, 32(3), 5591-5599.
- Bahroun, Z., Anane, C., Ahmed, V., & Zacca, A. (2023). Transforming Education: A Comprehensive Review of Generative Artificial Intelligence in Educational Settings through Bibliometric and Content Analysis. *Sustainability*, 15(17), 12983.
- Baidoo-Anu, D., & Ansah, L. O. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the

- potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. *Journal of AI*, 7(1), 52-62.
- Bair, E. (2013). Semi-supervised clustering methods. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 5(5), 349-361.
- Bajpai, N., & Wadhwa, M. (2021). *Artificial Intelligence and Healthcare in India*. ICT India Working Paper, No. 43. Columbia University, New York, NY.
- Baker, N., Alexander, F., Bremer, T., Hagberg, A., Kevrekidis, Y., Najm, H., ... & Lee, S. (2019). *Workshop report on basic research needs for scientific machine learning: Core technologies for artificial intelligence*. USDOE Office of Science (SC), Washington, DC (United States).
- Baldi, P., & Vershynin, R. (2019). The capacity of feedforward neural networks. *Neural networks*, 116, 288-311.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2020). Usos y efectos de la inteligencia artificial en la educación. Washington D. C.: BID.
- Barredo, D., de la Garza Montemayor, D. J., Torres-Toukourmidis, A., & López-López, P. C. (2021). Inteligencia artificial, comunicación y democracia en América Latina: una revisión de los casos de Colombia, Ecuador y México. *Profesional de la Información*, 30(6), 1-17.
- Barto, A. G., & Sutton, R. S. (1997). Reinforcement learning in artificial intelligence. *Advances in Psychology*, 121, 358-386.
- Bengio, Y., Dilhac, M. A., & Maroşan, M. I. (2018). *Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'intelligence artificielle*.
- Berger, P.L., & Luckmann, T. (1966). *The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge*. Garden City, N.Y.: Anchor Books.
- Bhatnagar, H. (2020). Artificial intelligence-a new horizon in Indian higher education. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 5(2), 30-34.
- Bhutoria, A. (2022). Personalized education and artificial intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a human-in-the-loop model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100068.
- Bickhard, M. H., & Terveen, L. (1996). Foundational issues in artificial intelligence and cognitive science: Impasse and solution. *Advances in Psychology*, 109.

- Blanchard, A., & Taddeo, M. (2023). The Ethics of Artificial Intelligence for Intelligence Analysis: A Review of the Key Challenges with Recommendations. *Digital Society*, 2(1), 12.
- Bloom, B. S. (1984). The 2-sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational researcher*, 13(6), 4-16.
- Brady, M. (1985). Artificial intelligence and robotics. *Artificial intelligence*, 26(1), 79-121.
- Brady, M., Gerhardt, L. A., & Davidson, H. F. (Eds.). (2012). *Robotics and artificial intelligence*. Springer Science & Business Media.
- Breczko, A., Filipkowski, W., & Kraśnicka, I. (2021). Ethics and the Development of Artificial Intelligence: Challenges and Dilemmas in the Context of the 2030 United Nations Agenda for Sustainable Development. *Crime Prevention and Justice in 2030: The UN and the Universal Declaration of Human Rights*, 355-380.
- Brereton, P., Kitchenham, B. A., Budgen, D., Turner, M., & Khalil, M. (2007). Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of systems and software*, 80(4), 571-583.
- Brillouin, L. (2013). *Science and information theory*. Courier Corporation.
- Brush, T. A., & Saye, J. W. (2002). A summary of research exploring hard and soft scaffolding for teachers and students using a multimedia supported learning environment. *The Journal of Interactive Online Learning*, 1(2), 1-12.
- Budiman, A. (2020). ICT and foreign language learning: An overview. *Tarling: Journal of Language Education*, 3(2), 245-267.
- Bughin, J., Herring, L., Mayhew, H., Seong, J., & Allas, T. (2019). *Artificial intelligence in the United Kingdom: Prospects and challenges*. McKinsey Global Institute.
- Canbek, N. G., & Mutlu, M. E. (2016). On the track of artificial intelligence: Learning with intelligent personal assistants. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 592-601.
- Carbonell, J. R. (1970). AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE transactions on man-machine systems*, 11(4), 190-202.

- Casas, M. (2016). El Internet de la cotidianeidad. En M. G. Gómez-Zermeño (coord.), *Sociedad, Internet y Cultura: Conceptos clave y nuevas tendencias* (pp. 97-114 ). Porrúa: México.
- Cavus, N. (2010). The evaluation of Learning Management Systems using an artificial intelligence fuzzy logic algorithm. *Advances in Engineering Software*, 41(2), 248-254.
- Chang, C. H., & Kidman, G. (2023). The rise of generative artificial intelligence (AI) language models-challenges and opportunities for geographical and environmental education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 32(2), 85-89.
- Chater, N., Oaksford, M., Hahn, U., & Heit, E. (2010). Bayesian models of cognition. *WIREs Cognitive Science*, 1(6), 811-823.
- Checa, J. S. (2020). Análisis de políticas públicas para el desarrollo de inteligencia artificial en España. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, 98, 172-193.
- Chella, A., Iocchi, L., Macaluso, I., & Nardi, D. (2006). Artificial Intelligence and Robotics. *Intelligenza Artificiale*, 3(1-2), 87-93.
- Chen, X., Song, G., & Zhang, Y. (2010). Virtual and remote laboratory development: A review. *Earth and Space 2010: Engineering, Science, Construction, and Operations in Challenging Environments*, 3843-3852.
- Chen, Y. C., Chu, Y. C., Huang, C. Y., Lee, Y. T., Lee, W. Y., Hsu, C. Y., ... & Cheng, Y. F. (2022). Smartphone-based artificial intelligence using a transfer learning algorithm for the detection and diagnosis of middle ear diseases: A retrospective deep learning study. *EClinicalMedicine*, 51.
- Chopra, A., Prashar, A., & Sain, C. (2013). Natural language processing. *International journal of technology enhancements and emerging engineering research*, 1(4), 131-134.
- Christakis, N., & Drikakis, D. (2023). Reducing Uncertainty and Increasing Confidence in Unsupervised Learning. *Mathematics*, 11(14), 3063.
- Ciaburro, G., & Venkateswaran, B. (2017). *Neural Networks with R: Smart models using CNN, RNN, deep learning, and artificial intelligence principles*. Packt Publishing.
- Colcelli, V., & Burzagli, L. (2021). Elementos para una cultura europea de desarrollo de herramientas de inteligencia artificial: el libro blanco sobre la inteligencia artificial y las directrices

- éticas para una IA fiable. *Revista Justicia & Derecho*, 4(2), 1-12.
- Comisión Europea (2019). *Directrices éticas para una IA fiable*. Oficina de Publicaciones: Dirección General de Redes de Comunicación, Contenido y Tecnologías.
- Constantinou, A. (2018). *Bayesian artificial intelligence for decision making under uncertainty*. Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC).
- Corrêa, N. K., Galvão, C., Santos, J. W., Del Pino, C., Pinto, E. P., Barbosa, C., ... & de Oliveira, N. (2023). Worldwide AI ethics: A review of 200 guidelines and recommendations for AI governance. *Patterns*, 4(10).
- Creswell, A., White, T., Dumoulin, V., Arulkumaran, K., Sengupta, B., & Bharath, A. A. (2018). Generative adversarial networks: An overview. *IEEE signal processing magazine*, 35(1), 53-65.
- Dahabreh, F. (2023). *The continued usage of artificial intelligence in the United Arab Emirates public sector organisations: An extended information system success model* (Disertación doctoral, Northumbria University).
- Dai, C. P., & Ke, F. (2022). Educational applications of artificial intelligence in simulation-based learning: A systematic mapping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100087.
- Dai, D., Tan, W., & Zhan, H. (2017). Understanding the feedforward artificial neural network model from the perspective of network flow. *Computer Science*, arXiv:1704.08068.
- Dale, R., Moisl, H., & Somers, H. (Eds.). (2000). *Handbook of natural language processing*. CRC.
- De Freitas, M. P., Piai, V. A., Farias, R. H., Fernandes, A. M., de Moraes Rossetto, A. G., & Leithardt, V. R. Q. (2022). Artificial intelligence of things applied to assistive technology: a systematic literature review. *Sensors*, 22(21), 8531.
- Deng, X., & Yu, Z. (2022). A systematic review of machine-translation-assisted language learning for sustainable education. *Sustainability*, 14(13), 7598.
- Dewhurst, F. W., & Gwinnett, E. A. (1992). *Artificial intelligence and decision analysis*. En G. I. Doukidis y R. J. Paul, *Artificial Intelligence in Operational Research* (pp. 277-285). Londres: Macmillan.

- Dike, H. U., Zhou, Y., Deveerasetty, K. K., & Wu, Q. (2018). Unsupervised learning based on artificial neural network: A review. En *2018 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems*.
- Doble, C., Matayoshi, J., Cosyn, E., Uzun, H., & Karami, A. (2019). A data-based simulation study of reliability for an adaptive assessment based on knowledge space theory. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 29(2), 258-282.
- Donaldson, P., Ntarmos, N., & Portelli, K. (2017). *A Systematic Review of the Potential of Machine Learning and Data Science in Primary and Secondary Education*. University of Glasgow
- Dongare, A. D., Kharde, R. R., & Kachare, A. D. (2012). Introduction to artificial neural network. *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, 2(1), 189-194.
- Dorsey, D. W., & Michaels, H. R. (2022). Validity Arguments Meet Artificial Intelligence in Innovative Educational Assessment: A Discussion and Look Forward. *Journal of Educational Measurement*, 59(3), 389-394.
- Doug, A. (2020). *Neural Networks: History and Applications*. Nova.
- Doumpos, M., & Grigoroudis, E. (2013). *Multicriteria decision aid and artificial intelligence: links, theory, and applications*. John Wiley & Sons.
- Dridi, S. (2021). *Supervised learning-a systematic literature review*.
- Du, K. L., Leung, C. S., Mow, W. H., & Swamy, M. N. S. (2022). Perceptron: Learning, generalization, model selection, fault tolerance, and role in the deep learning era. *Mathematics*, 10(24), 4730.
- DuBay, M., & Watson, L. R. (2019). Translation and cultural adaptation of parent-report developmental assessments: Improving rigor in methodology. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 62, 55-65.
- Dupoux, E. (2018). Cognitive science in the era of artificial intelligence: A roadmap for reverse-engineering the infant language-learner. *Cognition*, 173, 43-59.
- Elliott, J. (1978). What is action-research in schools? *Journal of Curriculum Studies*, 10, 355-357.
- Elmahalawy, A. M. (2012). Intelligent agent and multi agent systems. *Journal of Engineering and Technology*, 2(1), 4-16.

- Enßlin, T. (2022). Information field theory and artificial intelligence. *Entropy*, 24(3), 374.
- Ettensperger, F. (2020). Comparing supervised learning algorithms and artificial neural networks for conflict prediction: performance and applicability of deep learning in the field. *Quality & Quantity*, 54(2), 567-601.
- Ezzaim, A., Kharroubi, F., Dahbi, A., Aqqal, A., & Haidine, A. (2022). Artificial intelligence in education-State of the art. *International Journal of Computer Engineering and Data Science*, 2(2).
- Fabiyi, S. D. (2019). A review of unsupervised artificial neural networks with applications. *International Journal of Computer Applications*, 181(40), 22-26.
- Fan, X., Wu, J., & Tian, L. (2020, February). A review of artificial intelligence for games. En *Artificial Intelligence in China: Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence in China* (pp. 298-303). Singapore: Springer.
- Farrelly, T., & Baker, N. (2023). Generative Artificial Intelligence: Implications and Considerations for Higher Education Practice. *Education Sciences*, 13(11), 1109.
- Febriani, I., & Abdullah, M. I. (2018). A systematic review of formative Assessment tools in the blended learning environment. *International Journal of Engineering & Technology*, 4(11), 33-39.
- Feldman, J. A., & Yakimovsky, Y. (1974). Decision theory and artificial intelligence: I. A semantics-based region analyzer. *Artificial Intelligence*, 5(4), 349-371.
- Ferber, J., & Weiss, G. (1999). *Multi-agent systems: an introduction to distributed artificial intelligence (Vol. 1)*. Reading: Addison-wesley.
- Flores, M. R. C., Leyva, S. L., & Santoyo, A. S. (2017). Relevancia, pertinencia y socialización del conocimiento, ¿cómo contribuyen los investigadores a la innovación de Ensenada, México? *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*, 37, 31-53.
- Flowers, J. C. (2019). Strong and Weak AI: Deweyan Considerations. En *AAAI spring symposium: Towards conscious AI systems* (Vol. 2287, No. 7).
- Fluck, A. E. (2019). An international review of eExam technologies and impact. *Computers & Education*, 132, 1-15.

- Fournier-Tombs, E. (2021). Towards a United Nations internal regulation for artificial intelligence. *Big Data & Society*, 8(2), 20539517211039493.
- Frankish, K., & Ramsey, W. (Eds.). (2012). *The Cambridge handbook of cognitive science*. Cambridge University Press.
- Freiman, O. (2023). Making sense of the conceptual nonsense 'trustworthy AI.' *AI and Ethics*, 3(4), 1351-1360.
- Gardner, J., O'Leary, M., & Yuan, L. (2021). Artificial intelligence in educational assessment: 'Breakthrough? Or buncombe and ballyhoo?' *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(5), 1207-1216.
- Garnelo, M., & Shanahan, M. (2019). Reconciling deep learning with symbolic artificial intelligence: representing objects and relations. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 29, 17-23.
- Garro, A., Mühlhäuser, M., Tundis, A., Baldoni, M., Baroglio, C., Bergenti, F., & Torroni, P. (2018). Intelligent agents: Multi-agent systems. *Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology: ABC of Bioinformatics*, 315, 16.
- Garvey, J. B. (2022). Let's Get Real: Weak Artificial Intelligence Has Free Speech Rights. *Fordham L. Rev.*, 91, 953.
- Giannakos, M., Voulgari, I., Papavlasopoulou, S., Papamitsiou, Z., & Yannakakis, G. (2020). Games for artificial intelligence and machine learning education: Review and perspectives. *Non-formal and informal science learning in the ICT era*, 117-133.
- Gibson, B. R., Rogers, T. T., & Zhu, X. (2013). Human semi-supervised learning. *Topics in cognitive science*, 5(1), 132-172.
- Giddens, A. (1984). *The Constitution of Society*. Berkeley, California: University of California.
- Goertzel, B. (2014). Artificial general intelligence: concept, state of the art, and future prospects. *Journal of Artificial General Intelligence*, 5(1).
- Gómez-Zermeño, M. (2012). Bibliotecas digitales: recursos bibliográficos electrónicos en educación básica. *Comunicar*, 39, 119-128.
- Gómez-Zermeño, M. G. (2012). *Bibliotecas Digitales: Recursos bibliográficos electrónicos en educación básica*. Tecnológico de Monterrey: México.
- Gómez-Zermeño, M. G. (2016). *Sociedad, Internet y Cultura: Conceptos clave y nuevas tendencias*. Porrúa: México.

- Gómez-Zermeño, M. G., & de la Garza, L. A. (2020). Open laboratories for social innovation: A strategy for research and innovation in education for peace and sustainable development. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(2), 344-362.
- Gonzalez, F. (2023). Learning robot differential movements using a new educational robotics simulation tool. *Education and information technologies*, 1-24.
- González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., & Roig-Vila, R. (2021). Artificial intelligence for student assessment: A systematic review. *Applied Sciences*, 11(12), 5467.
- Grzonka, D., Jakóbiak, A., Kołodziej, J., & Pllana, S. (2018). Using a multi-agent system and artificial intelligence for monitoring and improving the cloud performance and security. *Future generation computer systems*, 86, 1106-1117.
- Gu, J., Wang, Z., Kuen, J., Ma, L., Shahroudy, A., Shuai, B., ... & Chen, T. (2018). Recent advances in convolutional neural networks. *Pattern recognition*, 77, 354-377.
- Gubareva, R., & Lopes, R. P. (2020). Virtual Assistants for Learning: A Systematic Literature Review. *CSEDU (1)*, 97-103.
- Guerrero, L. E., Castillo, L. F., Arango-López, J., & Moreira, F. (2023). A systematic review of integrated information theory: a perspective from artificial intelligence and the cognitive sciences. *Neural Computing and Applications*, 1-33.
- Guo, X. (2022). Optimization of English machine translation by deep neural network under artificial intelligence. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, 2003411.
- Hady, M. F. A., & Schwenker, F. (2013). Semi-supervised learning. *Handbook on Neural Information Processing*, 215-239.
- Haldorai, A., Murugan, S., & Ramu, A. (2021). Evolution, challenges, and application of intelligent ICT education: An overview. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(3), 562-571.
- Hashim, S., Omar, M. K., Ab Jalil, H., & Sharef, N. M. (2022). Trends on Technologies and Artificial Intelligence in Education for Personalized Learning: Systematic Literature. *Journal of*

- Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(1), 884-903.
- Hautala, J., & Heino, H. (2023). Spectrum of AI futures imaginaries by AI practitioners in Finland and Singapore: The unimagined speed of AI progress. *Futures*, 153, 103247.
- Helm, J. M., Swiergosz, A. M., Haeberle, H. S., Karnuta, J. M., Schaffer, J. L., Krebs, V. E., ... & Ramkumar, P. N. (2020). Machine learning and artificial intelligence: definitions, applications, and future directions. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 13, 69-76.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hill, J. D., & Page, E. F. (2009). An empirical research study of the efficacy of two plagiarism-detection applications. *Journal of web librarianship*, 3(3), 169-181.
- Hitzler, P., & Sarker, M. K. (Eds.). (2022). *Neuro-symbolic artificial intelligence: The state of the art*. Amsterdam, Netherlands: IOS.
- Hitzler, P., Eberhart, A., Ebrahimi, M., Sarker, M. K., & Zhou, L. (2022). Neuro-symbolic approaches in artificial intelligence. *National Science Review*, 9(6), nwac035.
- Hogenhout, L. (2021). A framework for ethical AI at the United Nations. *Computer Science*, arXiv 2104.12547.
- Hopgood, A. A. (2005). The state of artificial intelligence. *Advances in computers*, 65, 1-75.
- Hu, W., Li, X., Li, C., Li, R., Jiang, T., Sun, H., ... & Li, X. (2023). A state-of-the-art survey of artificial neural networks for whole-slide image analysis: from popular convolutional neural networks to potential visual transformers. *Computers in Biology and Medicine*, 161, 107034.
- Hu, W., Shao, J., Jiao, Q., Wang, C., Cheng, J., Liu, Z., & Tan, J. (2023). A new differentiable architecture search method for optimizing convolutional neural networks in the digital twin of intelligent robotic grasping. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 34(7), 2943-2961.
- Huang, J. S. (2022). Pedagogical Responsiveness to Every Student in Singapore—Can Artificial Intelligence for Education Be a Solution to Embrace the Complexity in Teaching and Learning? En *Pedagogical Responsiveness in Complex*

- Contexts: Issues of Transformation, Inclusion and Equity* (pp. 75-94). Cham: Springer International Publishing.
- Hung, T. V., & Hạnh, Đ. T. M. (2021). Artificial intelligence in education: opportunities and challenges to the future of instructing and studying at university. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ-Đại học Đà Nẵng*, 38-42.
- Hutter, M. (2001). Towards a universal theory of artificial intelligence based on algorithmic probability and sequential decisions. En *European conference on machine learning* (pp. 226-238). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Ibrahim, R., & Shafiq, M. O. (2023). Explainable Convolutional Neural Networks: A Taxonomy, Review, and Future Directions. *ACM Computing Surveys*, 55(10), 1-37.
- IEEE Ai (2020). Fuzzy logic and artificial intelligence: a special issue on emerging techniques and their applications. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 28(12), 3063-3064.
- Ilkou, E., & Koutraki, M. (2020). Symbolic Vs Sub-symbolic AI Methods: Friends or Enemies? In *CIKM (Workshops)* (Vol. 2699).
- Instituto Español de Estudios Estratégicos (2017). *Documentos de Seguridad y Defensa 79. La inteligencia artificial, aplicada a la defensa*. España: Ministerio de la Defensa.
- İpek, Z. H., Gözüm, A. I. C., Papadakis, S., & Kallogiannakis, M. (2023). Educational Applications of the ChatGPT AI System: A Systematic Review Research. *Educational Process: International Journal*, 12(3), 26-55.
- Islam, M., Chen, G., & Jin, S. (2019). An overview of neural network. *American Journal of Neural Networks and Applications*, 5(1), 7-11.
- Israel, D. J. (1983). The role of logic in knowledge representation. *Computer*, 16(10), 37-41.
- Jaiswal, A., & Arun, C. J. (2021). Potential of Artificial Intelligence for Transformation of the Education System in India. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 17(1), 142-158.
- Jane, J. B., & Ganesh, E. N. (2019). A review on big data with machine learning and fuzzy logic for better decision making. *Int. J. Sci. Technol. Res*, 8, 1121-1125.

- Jiang, K., & Lu, X. (2021). Integrating Machine Translation with Human Translation in the Age of Artificial Intelligence: Challenges and Opportunities. *Big Data Analytics for Cyber-Physical System in Smart City: BDCPS 2020*, 1397-1405.
- Johanes, P., & Lagerstrom, L. (2017). Adaptive learning: The premise, promise, and pitfalls. En *2017 ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Johnson, D., Alsharid, M., El-Bouri, R., Mehdi, N., Shamout, F., Szenicer, A., ... & Binghamlib, S. (2022, June). An Experience Report of Executive-Level Artificial Intelligence Education in the United Arab Emirates. En *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* (Vol. 36, No. 11, pp. 12766-12773).
- Kamran, M. A., Kia, R., Goodarzian, F., & Ghasemi, P. (2023). A new vaccine supply chain network under COVID-19 conditions considering system dynamic: Artificial intelligence algorithms. *Socio-Economic Planning Sciences*, 85, 101378.
- Kanwal, T., Attaullah, H., Anjum, A., Khan, A., & Jeon, G. (2022). Fuzz-classification (p, l)-Angel: An enhanced hybrid artificial intelligence based fuzzy logic for multiple sensitive attributes against privacy breaches. *Digital Communications and Networks*.
- Karan, B., & Angadi, G. R. (2023). Artificial Intelligence Integration into School Education: A Review of Indian and Foreign Perspectives. *Millennial Asia*, 09763996231158229.
- Karippur, N. K., Liang, S., & Balaramachandran, P. R. (2020). Factors influencing the adoption intention of artificial intelligence for public engagement in Singapore. *International Journal of Electronic Government Research (IJEGR)*, 16(4), 73-93.
- Keeves, J. P. (1998). Methods and processes in research in science education. En B.J. Fraser, y K.G. Tobin (Eds.) *International handbook of science education* (pp. 1127-1155). Dordrecht: Kluwer.
- Khurana, D., Koli, A., Khatter, K., & Singh, S. (2023). Natural language processing: State of the art, current trends, and challenges. *Multimedia tools and applications*, 82(3), 3713-3744.
- Kirov, V., & Malamin, B. (2022). Are Translators Afraid of Artificial Intelligence? *Societies*, 12(2), 70.

- Klement, E. P., & Slany, W. (1993). Fuzzy logic in artificial intelligence. In *Proceedings of the 8th Austrian Artificial Intelligence Conference, FLAI (Vol. 93)*.
- Ko, H. K., Park, G., Jeon, H., Jo, J., Kim, J., & Seo, J. (2023). Large-scale text-to-image generation models for visual artists' creative works. En *Proceedings of the 28th International Conference on Intelligent User Interfaces* (pp. 919-933).
- Komasawa, N., & Yokohira, M. (2023). Simulation-Based Education in the Artificial Intelligence Era. *Cureus*, 15(6).
- Kovac, M. (2022). Autonomous artificial intelligence and un contemplated hazards: towards the optimal regulatory framework. *European Journal of Risk Regulation*, 13(1), 94-113.
- Kulyukin, V. A. (2023). On the Computability of Primitive Recursive Functions by Feedforward Artificial Neural Networks. *Mathematics*, 11(20), 4309.
- Kurzahls, H. D. (2022). *Challenges and approaches related to AI-driven grading of open exam questions in higher education: human in the loop*. University of Twente.
- Lang, J. (2001). Special Issue on Decision Theory and Artificial Intelligence. *Applied Intelligence*, 14, 235-236.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, 521(7553), 436-444.
- Lee, A. V. Y., Koh, E., & Looi, C. K. (2023). AI in Education and Learning Analytics in Singapore: An Overview of Key Projects and Initiatives. *Information and Technology in Education and Learning*, 3(1), Inv-p001.
- Lee, C., & An, D. (2021). Reinforcement learning and neural network-based artificial intelligence control algorithm for self-balancing quadruped robot. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 35, 307-322.
- Leitner, M., Greenwald, E., Wang, N., Montgomery, R., & Merchant, C. (2023). Designing Game-Based Learning for High School Artificial Intelligence Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33, 384-398.
- Li, B., & Gao, Y. (2023). China's Competitive Advantages in Artificial Intelligence Development. *Science Insights*, 43(1), 1003-1007.

- Li, K. C., & Wong, B. T. M. (2023). Artificial intelligence in personalised learning: a bibliometric analysis. *Interactive Technology and Smart Education*, 20(3), pp. 422-445.
- Li, M., & Vitányi, P. (2005). Computational machine learning in theory and praxis. En J. van Leeuwen (ed.) *Computer Science Today: Recent Trends and Developments*, (pp. 518-535). Berlin: Springer.
- Li, P., Bastone, A., Mohamad, T. A., & Schiavone, F. (2023). How does artificial intelligence impact human resources performance. evidence from a healthcare institution in the United Arab Emirates. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(2), 100340.
- Li, Y., Wang, Q., Zhang, J., Hu, L., & Ouyang, W. (2021). The theoretical research of generative adversarial networks: an overview. *Neurocomputing*, 435, 26-41.
- Lindberg, R. S., Laine, T. H., & Haaranen, L. (2019). Gamifying programming education in K-12: A review of programming curricula in seven countries and programming games. *British Journal of Educational Technology*, 50(4), 1979-1995.
- Liu, J., Zhang, L., Wei, B., & Zheng, Q. (2022). Virtual Teaching Assistants: Technologies, Applications and Challenges. En: F. Chen & J. Zhou, (eds) *Humanity Driven AI* (pp. 255-277). Springer, Cham.
- Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410.
- Long, L., & Zeng, X. (2022). Recurrent Neural Network. En *Beginning Deep Learning with TensorFlow: Work with Keras, MNIST Data Sets, and Advanced Neural Networks* (pp. 461-517). Berkeley, CA: Apress.
- Lv, Z., & Shen, H. (2021). Artificial intelligence with fuzzy logic system for learning management evaluation in higher educational systems. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(2), 3501-3511.
- Mainzer, K. (2016). Toward a theory of intelligent complex systems: from symbolic AI to embodied and evolutionary AI. En: V.C. Müller (ed.) *Fundamental Issues of Artificial Intelligence* (pp. 241-259). Springer, Cham.
- Mañeru, G., Altarejos, M., & Rodríguez-Sedano, A. (2011). Learning by simulation-an educational experience in the simulation center of the school of medicine of the University

- of Navarra. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 28, 253-258.
- Mao, J., Chen, B., & Liu, J. C. (2023). Generative Artificial Intelligence in Education and Its Implications for Assessment. *TechTrends*, 1-9.
- Martignon, L. (2001). Information Theory. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. Elsevier.
- Martínez Monterrubio, S. M., Frausto Solis, J., & Monroy Borja, R. (2015). EMRlog method for computer security for electronic medical records with logic and data mining. *BioMed Research International*, 2015(6), 542016.
- Maslej, N., Fattorini, L., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ligett, K., Lyons, T., ... & Perrault, R. (2023). Artificial intelligence index report 2023. *arXiv:2310.03715*.
- McLaren, B. M., & Nguyen, H. A. (2023). Digital learning games in artificial intelligence in education (AIED): a review. En B. du Boulay, A. Mitrovic & K. Yacef *Handbook of Artificial Intelligence in Education* (pp. 440-484). UK: Elgar Publishing.
- Mich, L. (2020). Artificial intelligence and machine learning. En: Z. Xiang, M. Fuchs, U. Gretzel & W. Höpken (eds) *Handbook of e-Tourism* (pp. 1-21). Springer, Cham.
- Michalski, R. S., Carbonell, J. G., & Mitchell, T. M. (Eds.). (2013). *Machine learning: An artificial intelligence approach*. Springer Science & Business Media.
- Mishra, B. K., & Kumar, R. (Eds.). (2020). *Natural language processing in artificial intelligence*. CRC Press.
- Mistry, N. S., & Koyner, J. L. (2021). Artificial intelligence in acute kidney injury: from static to dynamic models. *Advances in chronic kidney disease*, 28(1), 74-82.
- Mohd, C. K. N. C. K., Shahbodin, F., Mohd, S., Nor, A. M., Mohamad, S. N., & Saaya, Z. (2020). Educational technologies in a personalised learning environment (PLE): an overview. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 18(4), 485-490.
- Monge, P. R., Kalman, M., Watt, J., & Van Lear, A. (1996). Sequentiality, simultaneity, and synchronicity in human communication. En: J. H. Watt & C. A. VanLear (Eds.). *Dynamic patterns in communication processes* (pp. 71-92). USA: Sage.

- Monroy-Borja, R. (1993). *The use of abduction to correct faulty conjectures* (Disertación Doctoral). University of Edinburgh.
- Montiel, H., & Gomez-Zermeño, M. G. (2022). Rock the Boat! Shaken by the COVID-19 crisis: a review on teachers' competencies in ICT. En *Frontiers in Education* (Vol. 6, p.p. 71-92). 770442. Frontiers.
- Moore, R. C. (1982). The role of logic in knowledge representation and commonsense reasoning. En *AAAI-82 Proceedings* (pp. 428-433). USA: Association for the Advancement of Artificial Intelligence.
- Morandín-Ahuerma, F. (2023). Diez recomendaciones de la Unesco sobre ética de la inteligencia artificial. En *Principios normativos para una ética de la inteligencia artificial* (pp. 86-94). Puebla, México: Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (Concytep).
- Muñoz-Basols, J., Neville, C., Lafford, B. A., & Godev, C. (2023). Potentialities of Applied Translation for Language Learning in the Era of Artificial Intelligence. *Hispania*, 106(2), 171-194.
- Murdoch, W. J., Singh, C., Kumbier, K., Abbasi-Asl, R., & Yu, B. (2019). Interpretable machine learning: definitions, methods, and applications. arXiv:1901.04592.
- Nafrees, A. C. M., Bharathi, B., Sasubilli, D., & Komma, S. S. R. (2022). Machine learning technique for facial datasets to detect examination fraudulent activities in the online examination: a systematic review approach. En *2022 IEEE International Conference on Current Development in Engineering and Technology (CCET)* (pp. 1-6). IEEE.
- Nagoev, Z., Nagoeva, O., Anchokov, M., Bzhikhatlov, K., Kankulov, S., & Enes, A. (2023). The symbol grounding problem in the system of general artificial intelligence based on multi-agent neurocognitive architecture. *Cognitive Systems Research*, 79, 71-84.
- Nagoev, Z., Pshenokova, I., Gurtueva, I., & Bzhikhatlov, K. (2020). A simulation model for the cognitive function of static objects recognition based on machine-learning multi-agent architectures. En *Biologically Inspired Cognitive Architectures 2019: Proceedings of the Tenth Annual Meeting of the BICA Society 10* (pp. 370-378). Springer International.

- Nalbant, K. G. (2021). The importance of artificial intelligence in education: a short review. *Journal of Review in science and engineering*, 2021, 1-15.
- Nalli, G., Amendola, D., & Smith, S. (2022). Artificial intelligence to improve learning outcomes through online collaborative activities. *European Conference on e-Learning*, 21(1), 475-479.
- Nasteski, V. (2017). An overview of the supervised machine learning methods. *Horizons*, 4, 51-62.
- Nebel, S., Schneider, S., & Rey, G. D. (2016). Mining learning and crafting scientific experiments: a literature review on the use of Minecraft in education and research. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 355-366.
- Niksa-Rynkiewicz, T., Stomma, P., Witkowska, A., Rutkowska, D., Słowik, A., Cpałka, K., Kolendo, P. (2023). An Intelligent Approach to Short-Term Wind Power Prediction Using Deep Neural Networks. *Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research*, 13(3), 197-210.
- Niu, S., Liu, Y., Wang, J., & Song, H. (2020). A decade survey of transfer learning (2010–2020). *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, 1(2), 151-166.
- Nowakowska, M. (2014). *Cognitive sciences: basic problems, new perspectives, and implications for artificial intelligence*. Academic Press.
- Ojha, V. K., Abraham, A., & Snášel, V. (2017). Metaheuristic design of feedforward neural networks: A review of two decades of research. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 60, 97-116.
- Ojwang, F. (2022). Accelerating integration of immigrants using artificial intelligence-driven solutions: The panacea for integration gaps in Finland. *Technium Social Sciences Journal*, 33(1), 549-568.
- Ooi, K. B., Tan, G. W. H., Al-Emran, M., Al-Sharafi, M. A., Capatina, A., Chakraborty, A., ... & Wong, L. W. (2023). The potential of Generative Artificial Intelligence across disciplines: perspectives and future directions. *Journal of Computer Information Systems*, 1-32.
- Owan, V. J., Abang, K. B., Idika, D. O., Etta, E. O., & Bassey, B. A. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence tools in educational measurement and assessment. *Eurasia Journal of*

- Mathematics, Science and Technology Education*, 19(8), em2307.
- Paek, S., & Kim, N. (2021). Analysis of worldwide research trends on the impact of artificial intelligence in education. *Sustainability*, 13(14), 7941.
- Pataranutaporn, P., Danry, V., Leong, J., Punpongsanon, P., Novy, D., Maes, P., & Sra, M. (2021). AI-generated characters for supporting personalized learning and well-being. *Nature Machine Intelligence*, 3(12), 1013-1022.
- Patterson, J., & Gibson, A. (2017). *Deep learning: A practitioner's approach*. USA: O'Reilly.
- Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development*.
- Pereira, R., Reis, A., Barroso, J., Sousa, J., & Pinto, T. (2022, August). Virtual Assistants Applications in Education. En *International Conference on Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education* (pp. 468-480). Cham, Switzerland: Springer Nature.
- Peters, H. J. M. (2005). Perceptrons. En: P.J. Braspenning, F. Thuijsman, & A.J.M.M. Weijters (eds) *Artificial Neural Networks: An Introduction to ANN Theory and Practice* (pp. 67-81). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Pham, S. T., & Sampson, P. M. (2022). The development of artificial intelligence in education: A review in context. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(5), 1408-1421.
- Pogorskiy, E., & Beckmann, J. F. (2023). From procrastination to engagement? An experimental exploration of the effects of an adaptive virtual assistant on self-regulation in online learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100111.
- Portuguez Castro, M., Rey Castillo, M., & Gómez Zermeño, M. G. (2019). Estrategias de visibilidad para la producción científica en revistas electrónicas de acceso abierto: revisión sistemática de literatura. *Education in the knowledge society*, 20, 13.
- Qaffas, A. A., Ben HajKacem, M. A., Ben Ncir, C. E., & Nasraoui, O. (2023). An Explainable Artificial Intelligence Approach for Multi-Criteria ABC Item Classification. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 18(2), 848-866.

- Qiao-Franco, G., & Zhu, R. (2022). China's artificial intelligence ethics: policy development in an emergent community of practice. *Journal of Contemporary China*, 1-17.
- Qin, Y., Luo, Z., Wang, J., Ma, S., & Feng, C. (2019). Evaluation of goaf stability based on transfer learning theory of artificial intelligence. *Ieee Access*, 7, 96912-96925.
- Qin, Z., & Gan, B. (2022, August). The Research on the Application of Artificial Intelligence in Education in China: A Systematic Review. En *International Conference on Smart Learning Environments* (pp. 217-222). Singapore: Springer Nature.
- Ouali, Y., Hudelot, C., & Tami, M. (2020). An overview of deep semi-supervised learning. *arXiv preprint arXiv:2006.05278*.
- Radclyffe, C., Ribeiro, M., & Wortham, R. H. (2023). The assessment list for trustworthy artificial intelligence: A review and recommendations. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 6, 1020592.
- Ramírez Montoya, M. S., & García Peñalvo, F. J. (2018). Co-creación e innovación abierta: Revisión sistemática de literatura. *Comunicar: revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, 54, 9-18.
- Ramirez-Montoya, M. S. (2020). Challenges for open education with educational innovation: A systematic literature review. *Sustainability*, 12(17), 7053.
- Reddy, Y. C. A. P., Viswanath, P., & Reddy, B. E. (2018). Semi-supervised learning: A brief review. *Int. J. Eng. Technol*, 7(1.8), 81.
- Reisoğlu, I., Topu, B., Yılmaz, R., Karakuş Yılmaz, T., & Göktaş, Y. (2017). 3D virtual learning environments in education: A meta-review. *Asia Pacific Education Review*, 18, 81-100.
- Reshamwala, A., Mishra, D., & Pawar, P. (2013). Review on natural language processing. *IRACST Engineering Science and Technology: An International Journal (ESTIJ)*, 3(1), 113-116.
- Resseguier, A., & Rodrigues, R. (2021). Ethics as attention to context: recommendations for the ethics of artificial intelligence. *Open Research Europe*, 1(27), 27.
- Reyes-Ruiz, L., & Carmona Alvarado, F. A. (2020). *La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio*.

- Rincón Andreu, G. (2021). Libro Blanco de la Comisión Europea sobre Inteligencia Artificial. Un enfoque europeo hacia la excelencia y la confianza. *Ius et Praxis*, 27(1), 264-270.
- Roberts, H., Babuta, A., Morley, J., Thomas, C., Taddeo, M., & Floridi, L. (2023). Artificial intelligence regulation in the United Kingdom: A path to good governance and global leadership? *Internet Policy Review*, 12(2), 1-31.
- Robinson, S. C. (2020). Trust, transparency, and openness: How inclusion of cultural values shapes Nordic national public policy strategies for artificial intelligence (AI). *Technology in Society*, 63, 101421.
- Rockwell, T. (2005). Attractor spaces as modules: A semi-eliminative reduction of symbolic AI to dynamic systems theory. *Minds and Machines*, 15(1), 23-55.
- Roumeliotis, K. I., & Tselikas, N. D. (2023). ChatGPT and Open-AI Models: A Preliminary Review. *Future Internet*, 15(6), 192.
- Rousku, K., Andersson, C., Stenfors, S., Lähteenmäki, I., Limnell, J., Mäkinen, K., ... & Rissanen, O. P. (2019). *Glimpses of the future: Data policy, artificial intelligence and robotisation as enablers of wellbeing and economic success in Finland*. Helsinki: Ministry of Finance.
- Ryan, M., Antoniou, J., Brooks, L., Jiya, T., Macnish, K., & Stahl, B. (2020). The ethical balance of using smart information systems for promoting the United Nations' Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 12(12), 4826.
- Sahami, M., Roach, S., Cuadros-Vargas, E., Danyluk, A., Dodge, R., Fisher, K., ... & Thompson, A. (2013). Computer Science Curricula 2013 (CS2013).
- Salehinejad, H., Sankar, S., Barfett, J., Colak, E., & Valaee, S. (2017). Recent advances in recurrent neural networks. *arXiv:1801.01078*.
- Sancho, M. D. H. (2020). El libro blanco sobre inteligencia artificial de la Comisión Europea: reflexiones desde las garantías esenciales del proceso penal como “sector de riesgo”. *Revista española de derecho europeo*, 76, 9-44.
- Santoro, A., Lampinen, A., Mathewson, K., Lillicrap, T., & Raposo, D. (2021). Symbolic behaviour in artificial intelligence:2102.03406.

- Saravanan, K., Sreedevi, E., & Subhamathi, V. (2017). A review of Artificial Intelligence systems. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(9), 418-421.
- Sarker, M. K., Zhou, L., Eberhart, A., & Hitzler, P. (2021). Neuro-symbolic artificial intelligence. *AI Communications*, 34(3), 197-209.
- Sazli, M. H. (2006). A brief review of feed-forward neural networks. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A2-A3 Physical Sciences and Engineering*, 50(1), 11-17.
- Schäfer, A. M., & Zimmermann, H. G. (2006). Recurrent neural networks are universal approximators. En *Artificial Neural Networks—ICANN 2006: 16th International Conference, Athens, Greece, September 10-14, 2006. Proceedings, Part I 16* (pp. 632-640). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schmelkes, S. (1993). Aspectos conceptuales y metodológicos de la investigación educativa. *Dimensión Educativa*, 1, 15-22.
- Schmelkes, S. (2001). La combinación de estrategias cuantitativas y cualitativas en la investigación educativa: reflexiones a partir de tres estudios. *REDIE*, 3(2), 82-94.
- Schmidhuber, J. (2015). Deep learning in neural networks: An overview. *Neural networks*, 61, 85-117.
- Scott, E., Soria, A., & Campo, M. (2016). Adaptive 3D virtual learning environments—A review of the literature. *IEEE Transactions on Learning technologies*, 10(3), 262-276.
- Sejnowski, T. J. (2020). The unreasonable effectiveness of deep learning in artificial intelligence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(48), 30033-30038.
- Self, J. A. (1974). Student models in computer-aided instruction. *International Journal of Man-machine studies*, 6(2), 261-276.
- Sergievskii, V. (2020). Super strong artificial intelligence and human mind. *Procedia Computer Science*, 169, 458-460.
- Shaikh, S. J. (2023). Artificially Intelligent, Interactive, and Assistive Machines: A Definitional Framework for Intelligent Assistants. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 39(4), 776-789.
- Shamkuwar, M., Jindal, P., More, R., Patil, P., & Mahamuni, P. (2023). Artificial intelligence and higher education: a

- systematic visualizations based review. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 19(3), 36-42.
- Shamout, F. E., & Ali, D. A. (2021). The strategic pursuit of artificial intelligence in the United Arab Emirates. *Communications of the ACM*, 64(4), 57-58.
- Sharkawy, A. N. (2020). Principle of neural network and its main types. *Journal of Advances in Applied & Computational Mathematics*, 7, 8-19.
- Sharma, R., Saxena, K., & Rana, A. (2021). Unsupervised learning in accordance with new aspects of artificial intelligence. En S. N. Mohanty, J. M. Chatterjee, M. Mangla, S. Satpathy & S. Potluri (eds.), *Machine learning approach for cloud data analytics in IoT* (pp. 429-459). USA: Wiley
- Sharma, V., Rai, S., & Dev, A. (2012). A comprehensive study of artificial neural networks. *International Journal of Advanced research in computer science and software engineering*, 2(10).
- Shavab, O. A. K., Yulifar, L., Supriatna, N., & Mulyana, A. (2021). Gamification in History Learning: A Literature Review. En *6th International Conference on Education & Social Sciences (ICESS 2021)* (pp. 254-258). Atlantis Press.
- Siebel, N. T., & Sommer, G. (2007). Evolutionary reinforcement learning of artificial neural networks. *International Journal of Hybrid Intelligent Systems*, 4(3), 171-183.
- Smith, E. M., Graham, D., Morgan, C., & MacLachlan, M. (2023). Artificial intelligence and assistive technology: risks, rewards, challenges, and opportunities. *Assistive Technology*, 35(5), 375-377.
- Soliman, M., & Guetl, C. (2010). Intelligent pedagogical agents in immersive virtual learning environments: A review. En *The 33rd International Convention MIPRO* (pp. 827-832). IEEE.
- Srivastava, S. K. (2018). Artificial Intelligence: way forward for India. *JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management*, 15, e201815004.
- Staranowicz, A., & Mariottini, G. L. (2011). A survey and comparison of commercial and open-source robotic simulator software. En *Proceedings of the 4th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments* (pp. 1-8).
- Stenhouse, L. (1985). El profesor como tema de investigación y desarrollo. *Revista de Educación*, 277, 43-53.

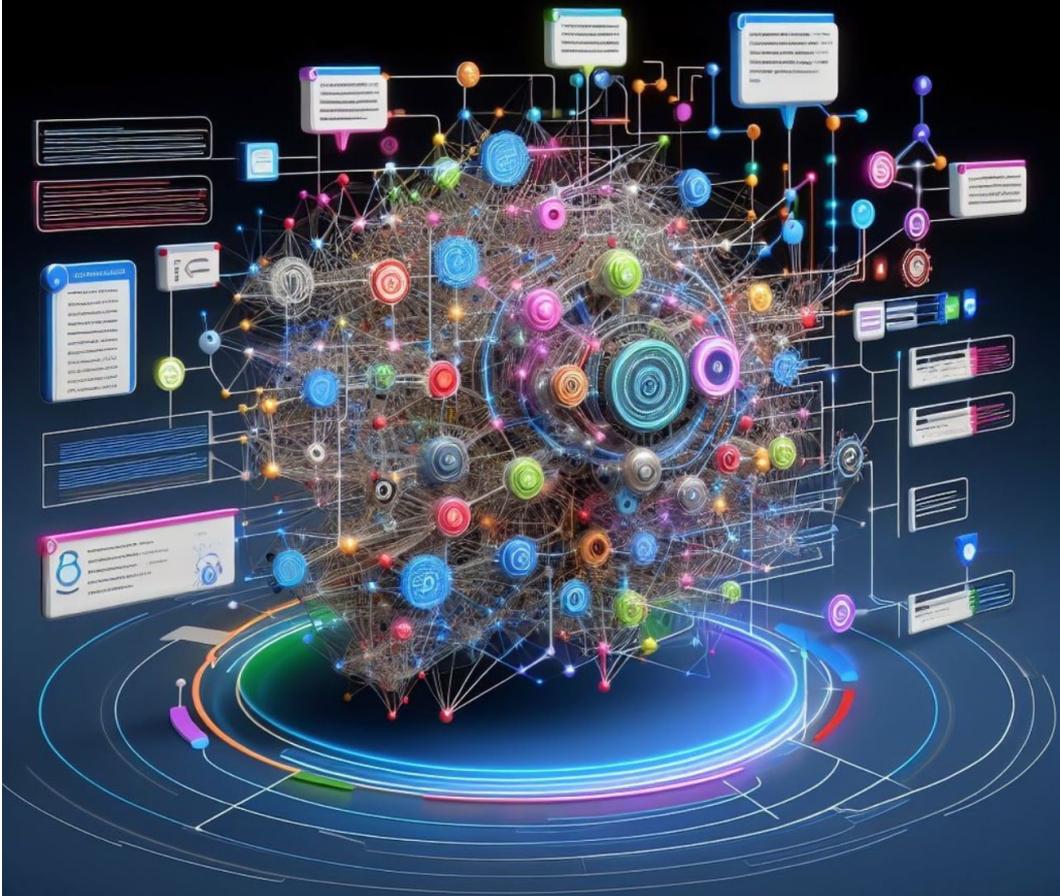
- Stillings, N. A., Chase, C. H., Weisler, S. E., Feinstein, M. H., & Rissland, E. L. (1995). *Cognitive science: An introduction*. USA: MIT press.
- Su, J., & Yang, W. (2022). Artificial intelligence in early childhood education: A scoping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100049.
- Sunarya, P. A. (2022). Machine learning and artificial intelligence as educational games. *International Transactions on Artificial Intelligence*, 1(1), 129-138.
- Suthaharan, S. (2019). Big data analytics: Machine learning and Bayesian learning perspectives—What is done? What is not? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 9(1), e1283.
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction*. USA: MIT press.
- Sweeney, M. O., Farkas, J. E., Homan, E. P., & Raytcheva, D. D. A. (2022). Customized virtual simulations provide an interactive lab experience. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 23(1), e00331-21.
- T. P. (2010). Deep machine learning—a new frontier in artificial intelligence research [research frontier]. *IEEE computational intelligence magazine*, 5(4), 13-18.
- Telesko, R., Jüngling, S., & Gachnang, P. (2020). Combining Symbolic and Sub-symbolic AI in the Context of Education and Learning. En *AAAI Spring Symposium: Combining Machine Learning with Knowledge Engineering*. USA: AAAI-MAKE.
- Thimm, M. (2014,). Tweety: A comprehensive collection of java libraries for logical aspects of artificial intelligence and knowledge representation. En *Fourteenth International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning* (pp. 528-537).
- Thomas, M. A. (2023). Machine Learning Applications for Cybersecurity. *The Cyber Defense Review*, 8(1), 87-102.
- Thoring, K., Huettemann, S., & Mueller, R. M. (2023). The augmented designer: a research agenda for generative AI-enabled design. *Proceedings of the Design Society*, 3, 3345-3354.
- Topping, A., Bøje, R. B., Rekola, L., Hartvigsen, T., Prescott, S., Bland, A., ... & Hannula, L. (2015). Towards identifying nurse educator competencies required for simulation-based learning:

- a systemised rapid review and synthesis. *Nurse Education Today*, 35(11), 1108-1113.
- Torrey, L., & Shavlik, J. (2010). Transfer learning. En *Handbook of research on machine learning applications and trends: algorithms, methods, and techniques* (pp. 242-264). IGI global.
- Trivedi, A., Pant, N., Shah, P., Sonik, S., & Agrawal, S. (2018). Speech to text and text to speech recognition systems-Areview. *IOSR J. Comput. Eng*, 20(2), 36-43.
- Tselegkaridis, S., & Sapounidis, T. (2021). Simulators in educational robotics: A review. *Education Sciences*, 11(1), 11.
- UNESCO (2007). *Educación de calidad para todos: un asunto de derechos humanos*. UNESCO.
- UNESCO (2019). *Artificial Intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development*. Unesco Working Papers on Education Policy. UNESCO: París.
- UNESCO (2021a). *Recomendación sobre la ética de la Inteligencia Artificial*. UNESCO: París.
- UNESCO (2021b). *International Forum on AI and the futures of education developing competencies for the AI era*. UNESCO: París.
- UNESCO (2021c). *Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas*. UNESCO: París.
- UNESCO (2022). *K-12 AI curricula: A mapping of government-endorsed AI curricula*. UNESCO: París.
- UNESCO (2023a). *ChatGPT e Inteligencia Artificial en la Educación Superior*. UNESCO: París.
- UNESCO (2023b). *Generative AI and the future of education*. UNESCO: París.
- United Nations System. (2022). *Principles for the Ethical Use of Artificial Intelligence in the United Nations System*. UNS.
- Universidad Abierta y a Distancia de México (2023). *Gaceta*. UADM: México.
- Usama, M., Qadir, J., Raza, A., Arif, H., Yau, K. L. A., Elkhatib, Y., ... & Al-Fuqaha, A. (2019). Unsupervised machine learning for networking: Techniques, applications, and research challenges. *IEEE access*, 7, 65579-65615.
- Van Harmelen, F., Lifschitz, V., & Porter, B. (Eds.). (2008). *Handbook of knowledge representation*. Elsevier.

- Varakantham, P., An, B., Low, B., & Zhang, J. (2017). Artificial intelligence research in Singapore: assisting the development of a smart nation. *AI Magazine*, 38(3), 102-105.
- Vélez, D. C. (2006). Modelos teóricos y representación del conocimiento (Disertación doctoral). Universidad Complutense de Madrid.
- Vempati, S. S. (2016). *India and the artificial intelligence revolution* (Vol. 1). Washington (DC): Carnegie Endowment for International Peace.
- VerMilyea, M., Hall, J. M. M., Diakiw, S. M., Johnston, A., Nguyen, T., Perugini, D., ... & Perugini, M. (2020). Development of an artificial intelligence-based assessment model for prediction of embryo viability using static images captured by optical light microscopy during IVF. *Human Reproduction*, 35(4), 770-784.
- Virkus, S., Agegn Alemu, G., Asfaw Demissie, T., Jakup Kokollari, B., Melgar Estrada, L. M., & Yadav, D. (2009). Integration of digital libraries and virtual learning environments: a literature review. *New Library World*, 110(3/4), 136-150.
- Vrontis, D., Christofi, M., Pereira, V., Tarba, S., Makrides, A., & Trichina, E. (2022). Artificial intelligence, robotics, advanced technologies, and human resource management: a systematic review. *The International Journal of Human Resource Management*, 33(6), 1237-1266.
- Wang, H., & Raj, B. (2017). On the origin of deep learning. *arXiv:1702.07800*.
- Wang, K., Gou, C., Duan, Y., Lin, Y., Zheng, X., & Wang, F. Y. (2017). Generative adversarial networks: introduction and outlook. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 4(4), 588-598.
- Weiss, G. (1999). *Multiagent systems: a modern approach to distributed artificial intelligence*. USA: MIT press.
- Weiss, K., Khoshgoftaar, T. M., & Wang, D. (2016). A survey of transfer learning. *Journal of Big data*, 3(1), 1-40.
- Wittka, M. (2020). *Designed agency in collaborations: Exploring cross-sector collaboration in Finland's artificial intelligence programme AuroraAI*. Aalto University, Helsinki.
- Wu, F., Lu, C., Zhu, M., Chen, H., Zhu, J., Yu, K., ... & Pan, Y. (2020). Towards a new generation of artificial intelligence in China. *Nature Machine Intelligence*, 2(6), 312-316.

- Wu, G., Bao, W., Cao, J., Zhu, X., Wang, J., Xiao, W., & Liang, W. (2023). Towards efficient long-horizon decision-making using automated structure search method of hierarchical reinforcement learning for edge artificial intelligence. *Internet of Things, 24*, 100951.
- Wu, J. (2011). Improving the writing of research papers: IMRAD and beyond. *Landscape Ecology, 26*, 1345-1349.
- Wu, S. Y., & Yang, K. K. (2022). The Effectiveness of Teacher Support for Students' Learning of Artificial Intelligence Popular Science Activities. *Frontiers in Psychology, 13*, 868623.
- Wu, Y. C., & Feng, J. W. (2018). Development and application of artificial neural network. *Wireless Personal Communications, 102*, 1645-1656.
- Xu, P., Dong, W., & Wang, C. (2022). Present situation and enlightenment of artificial intelligence lifelong education system in Singapore. *Journal of Autonomous Intelligence, 5*(1), 23-33.
- Yager, R. R., & Zadeh, L. A. (Eds.). (2012). *An introduction to fuzzy logic applications in intelligent systems (Vol. 165)*. Springer Science & Business Media.
- Yang, X. (2019). Accelerated move for AI education in China. *ECNU Review of Education, 2*(3), 347-352.
- Yu, H., & Guo, Y. (2023, June). Generative artificial intelligence empowers educational reform: current status, issues, and prospects. In *Frontiers in Education* (Vol. 8, p. 1183162). Frontiers.
- Yu, Y., Si, X., Hu, C., & Zhang, J. (2019). A review of recurrent neural networks: LSTM cells and network architectures. *Neural computation, 31*(7), 1235-1270.
- Zahra, A. A., & Nurmandi, A. (2021, March). The Strategy of Develop Artificial Intelligence in Singapore, United States, and United Kingdom. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 717, No. 1, p. 012012). IOP.
- Zgurovsky, M. Z., Kasyanov, P. O., & Levenchuk, L. B. (2023). Formalization of Methods for the Development of Autonomous Artificial Intelligence Systems. *Cybernetics and Systems Analysis, 1-9*.
- Zhan, Z., Tong, Y., Lan, X., & Zhong, B. (2022). A systematic literature review of game-based learning in Artificial

- Intelligence education. *Interactive Learning Environments*, 1-22.
- Zhang, R. (2022). Automatic Generation of Real-Time Animation Game Learning Levels Based on Artificial Intelligence Assistant. *Scientific Programming*, 2022, ID 1557302, 19.
- Zhou, Z. H. (2018). A brief introduction to weakly supervised learning. *National science review*, 5(1), 44-53.



ISBN: 978-607-59719-8-8



9 786075 971988