

Inteligencia artificial aplicada a la educación y la evaluación educativa en la Universidad: introducción de sistemas de tutorización inteligentes, sistemas de reconocimiento y otras tendencias futuras.

Artificial intelligence applied to education and educational assessment at the university: introduction of intelligent tutoring systems, recognition systems, and other future trends.

Nuria Hernández-León
Universidad de Salamanca. Salamanca, España
nuriahleon@usal.es

María-José Rodríguez-Conde
Universidad de Salamanca. Salamanca, España
mjrconde@usal.es

...

Resumen

La introducción de la inteligencia artificial (IA) ha supuesto el comienzo de la cuarta revolución industrial y la génesis de un cambio de paradigma en proceso enseñanza-aprendizaje. La IA se ha aplicado en la planificación y diseño de la enseñanza, en la evaluación y tutorización del estudiante, en el contenido curricular, integrándola en la creación de campus inteligentes y laboratorios computacionales. En este artículo, se realiza un análisis sistemático de la literatura existente en Scopus analizando la aplicación de la IA en la educación y la evaluación de resultados de aprendizaje en la Universidad, en la última década. El método ha estado basado en las recomendaciones dadas por García-Peñalvo, F. J. en su artículo de 2022 (García-Peñalvo, 2022) para realizar revisiones teóricas robustas.

Los resultados han destacado los siguientes avances: la introducción de sistemas de tutorización inteligentes, sistemas de reconocimiento para identificar al discente en formación online, sistemas de seguridad en los diseños del campus inteligente, la personalización de la educación y algunas tendencias futuras, como la realidad virtual y aumentada combinada con IA. Destacamos también cuestiones éticas en el uso de la IA.

Palabras clave: Revisión sistemática de la literatura (RSL), educación, evaluación, inteligencia artificial (IA), universidad.

Abstract

The introduction of artificial intelligence (AI) has marked the beginning of the fourth industrial revolution and the genesis of a paradigm shift in the teaching-learning process. AI has been applied to the planning and design of teaching, student assessment and tutoring, and curricular content, integrating it into the creation of smart campuses and computational laboratories.

This article, conducts a systematic review of the existing literature in Scopus, analyzing the application of AI in education and the assessment of learning outcomes at the university, in the last decade. The method was based on the recommendations given by García-Peñalvo, F. J. (2022) for conducting robust theoretical reviews.

The results have highlighted the following advances: the introduction of intelligent tutoring systems, recognition systems to identify students in online training, security systems in the designs of smart campuses, the personalization of education, and some future trends, such as virtual and augmented reality combined with AI. It is worth

noting the importance given to ethical issues related to the use of AI in the assessment of university students.

Key words: Systematic literature review (SLR), education, assessment, artificial intelligent (AI), university.

1. Introducción

Desde la aparición de la IA, se está gestando un cambio de paradigma en la forma de enseñar y aprender, introduciendo paulatinamente cambios en todos los niveles educativos de la enseñanza que abarcan la forma de planificar y diseñarla, el contenido curricular (potenciando competencias como la innovación, la creatividad, la comunicación interpersonal y el emprendimiento), cambios en la forma de evaluar y tutorizar al alumno, y la propia conceptualización estructural del campus universitario, con el diseño de campus inteligente (Akhriif et al., 2019; Jingyi et al., 2020; Min et al., 2021), y laboratorios computacionales (Munawar et al., 2018). Es tal la trascendencia que supone la introducción de la IA en todas las áreas de conocimiento que algunos ya la consideran una materia más a enseñar desde la educación primaria como conocimiento transversal. (Mehdipour et al., 2018).

La situación que generó el confinamiento por el COVID en el 2020 propició la digitalización, el uso de la formación online, y la aparición de nuevas dificultades para evaluar al estudiante, fundamentalmente, en lo que respecta a la seguridad y accesos autorizados, la confirmación de la identidad personal, (es decir, que la persona a la que se le está evaluando es realmente el estudiante matriculado en esa asignatura), y cómo se puede dar una formación adaptada a las necesidades del alumno. En ese proceso de adaptación al cambio se potenció la implantación y el desarrollo de recomendaciones para los estudiantes ante la evaluación online. Ejemplo de esto último son las recomendaciones para los estudiantes desarrolladas por la Universidad de Salamanca ante la evaluación online durante la pandemia (García-Peñalvo et al., 2020).

Casi simultáneamente, mientras se iba introduciendo la Inteligencia Artificial en los diferentes sectores productivos, y, fundamentalmente, cuando se dio a conocer al público en general Chat GPT el 30/11/2022, todos los ámbitos de estudio han considerado la posibilidad de introducir la IA para la mejora de procesos y el aumento de la eficiencia en el trabajo, y empiezan a desarrollar algoritmos y programas con este fin.

En el ámbito educativo, ante estas dificultades y necesidades detectadas en la evaluación, también se han desarrollado programas informáticos basados, fundamentalmente, en IA para superarlas.

Teniendo en cuenta la relevancia que tiene la inteligencia artificial en todos los campos de estudio, y las dificultades en la evaluación educativa detectadas, hemos escogido como ámbito de estudio la Inteligencia Artificial aplicada a la evaluación educativa, porque la evaluación está íntimamente vinculada al proceso educativo, sirviendo de base para aportar feedback y objetivos de optimización en procesos de evaluación continua (desde un enfoque formativo). Además, sirve como referencia a partir de la cual se establecen calificaciones y certificaciones con reconocimiento social (desde el enfoque sumativo) (Olmos-Migueláñez & Rodríguez-Conde, 2012).

Por todo ello, en esta investigación nos planteamos como objetivo el realizar una revisión sistemática de la literatura científica sobre la IA aplicada al ámbito de la evaluación educativa a los estudiantes universitarios usando una base de datos científicas (Scopus) y

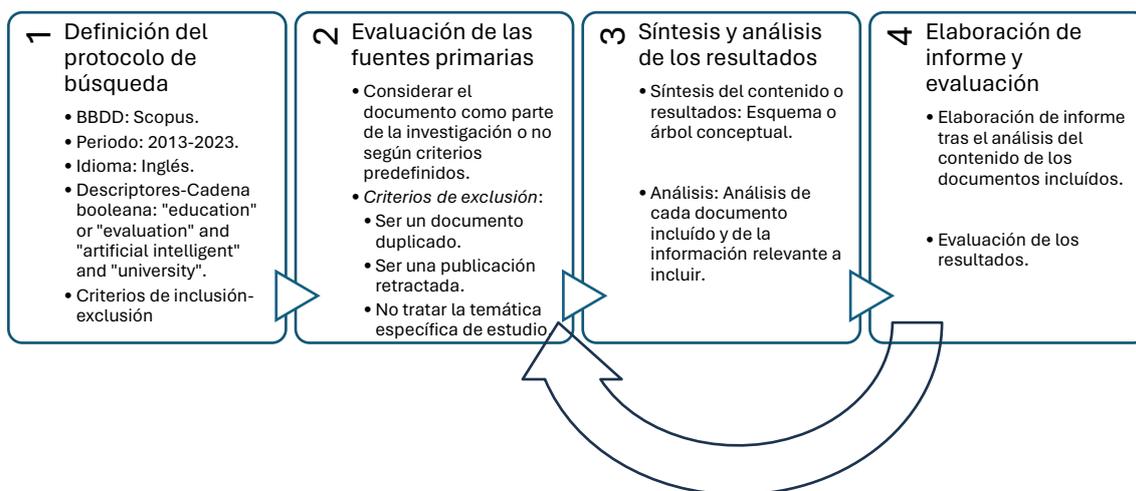
limitando ese análisis a los avances realizados en la última década con el fin de obtener un contenido claro, ordenado y actualizado del estado de la cuestión. Para ello, tendremos en cuenta las principales fases en una revisión sistemática de la literatura científica mencionadas en el artículo sobre las recomendaciones proporcionadas por García-Peñalvo (2022), para realizar revisiones teóricas robustas de una temática, que son:

- Definición del protocolo de búsqueda: bases de datos, periodo temporal, idioma de elección, criterios de inclusión- exclusión, delimitación de palabras clave.
- Evaluación de las fuentes primarias: para determinar si formarán parte o no de la investigación según el protocolo de búsqueda predefinido, teniendo en cuenta los criterios de inclusión vs. exclusión y la calidad de las fuentes.
- Síntesis y análisis de los resultados de cada una de las fuentes primarias: extracción de los datos relevantes y análisis de los mismos.
- Redacción y evaluación del informe de la revisión sistemática.

2. Método

Figura 1

Flujo de trabajo en la revisión sistemática



Definición del protocolo de búsqueda: Se realizó una revisión sistemática de la literatura (SLR) sobre la base de datos Scopus desde el año 2013 al 2023 (búsqueda realizada en noviembre de 2023).

Se utilizó la *base de datos de Scopus* por ser un referente en el mercado en el ámbito académico y de investigación siendo la base bibliográfica con mayor número de publicaciones revisadas por pares, robusta, fiable y de calidad.

Existen diversas razones por las que se ha escogido la *última década* en el estudio: porque el desarrollo e implantación de la IA (en especial la reciente IA generativa) se ha llevado a cabo en tiempos recientes, porque el grueso de las publicaciones sobre IA en Educación

se encuadra en la última década, y porque la investigación trata del estado actual del arte, y, por tanto, se analiza el estado del conocimiento en estos momentos (cercano en el tiempo).

En 1976 se publicó en Scopus el primer artículo sobre IA aplicada a la Educación. Hasta 2010 ha habido un promedio de 1.2 artículos por año. Desde 2011 a 2020 un total de 12.7 artículos por año, y desde 2021 hasta 2023 ha habido una media de 69 artículos por año (Bolaño-García & Duarte-Acosta, 2023). Vemos, por tanto, que la mayor parte de las publicaciones sobre IA en Educación se han llevado a cabo en la última década.

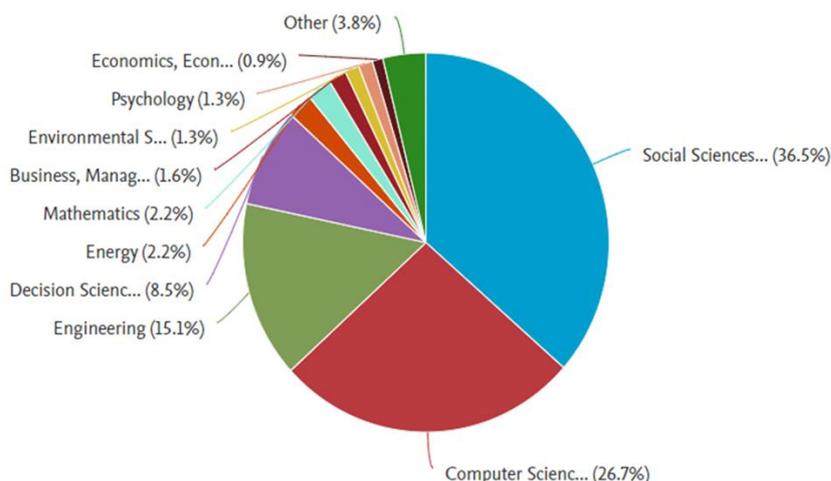
Se usaron como *descriptores de búsqueda*, con su correspondiente cadena booleana: “education” or “evaluation” and “artificial intelligent” and “university”.

Evaluación de las fuentes de búsqueda: En esta primera fase se encontraron un total de 569 documentos de muy diversas disciplinas. En el siguiente gráfico podemos ver cómo el estudio de la IA es multidisciplinar (tomando los 569 artículos iniciales):

Figura 2

Estudio de la Inteligencia Artificial multidisciplinar

Documents by subject area



Nota. Fuente: Scopus.

Ajustamos la búsqueda seleccionando la subárea “Education” que está englobado en Scopus dentro del área temática “Social Sciences”, confirmando que los resultados de la búsqueda se ajustaban más a nuestro objeto de estudio.

Se encontraron un total de 116 artículos todos ellos publicados en inglés.

A continuación, se realizó una fase de depuración de las publicaciones. Tras leer los abstracts, no se consideraron en la revisión sistemática 26 artículos por no tratar la temática objeto de estudio o por centrarse en la evaluación de la Universidad como institución universitaria, y no en la evaluación del alumno universitario, o por considerar formación multimedia sin inteligencia artificial. De forma que, inicialmente, se

seleccionaron 90 publicaciones de Scopus en nuestra revisión sistemática de la literatura que se ajustaban a los criterios de búsqueda indicados. Sin embargo, al introducir los datos en un gestor bibliográfico se observó que aparecía un artículo de los extraídos de la base de Scopus en dos ocasiones (duplicado), por lo que se fusionaron los dos artículos en uno, para no duplicar la información. Además, en el proceso de creación del presente artículo se volvieron a analizar los artículos seleccionados y uno de ellos pasó a ser una publicación retractada, por lo que eliminamos los datos de dicho artículo de la revisión sistemática para ser más precisos. Finalmente, por tanto, se analizaron 88 publicaciones de Scopus. El tipo de publicación y la cantidad de cada una de ellas incluido en la investigación se especifica en la siguiente tabla y gráfico:

Tabla 1

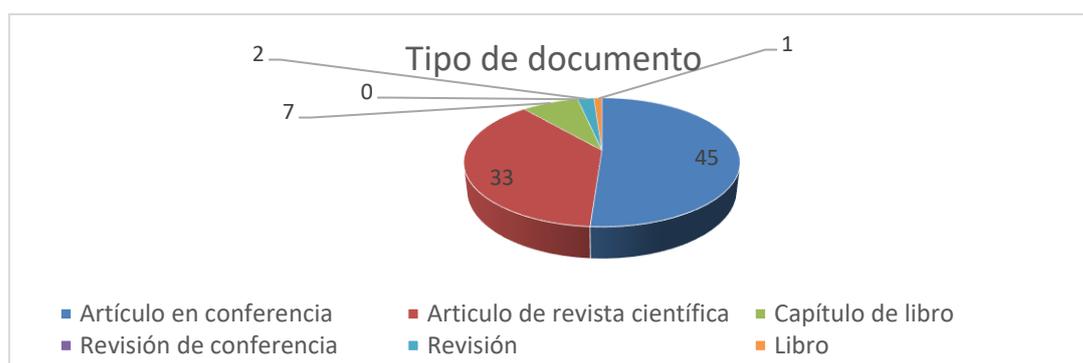
Tipo de publicaciones incluidas en la revisión sistemática en Scopus

Tipo de publicación	Cantidad (N°)	Porcentaje
Artículo en conferencia	45	51.13%
Artículo de revista científica	33	37.5%
Capítulo de libro	7	7.95%
Revisión de conferencias	0	0%
Revisión	2	2.27%
Libro	1	1.14%
N° Total de Documentos n=	88	

Nota. Fuente: Elaborado a partir de los datos suministrados por Scopus

Figura 3

Gráfico de la cantidad y tipo de documento incluido en la revisión bibliográfica



Nota. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por Scopus.

Síntesis y análisis de los resultados: Se extrajeron los artículos seleccionados de Scopus a un gestor bibliográfico de uso libre (Zotero) y se analizaron cada uno de ellos. En Zotero se fue especificando en las notas si iban a formar parte o no de la revisión bibliográfica por su temática y contenido (mediante SI o NO), teniendo en cuenta los criterios de

exclusión-inclusión, y se añadió a las notas qué contenido específico era relevante incluir en la revisión bibliográfica de cada uno de los artículos seleccionados. En los casos en que los artículos no eran seleccionados para formar parte de la revisión bibliográfica también se indicaba en las notas de Zotero la causa.

Para realizar la agrupación por temáticas de las palabras clave utilizadas en los artículos (con el fin diseñar un esquema o árbol conceptual del campo de estudio) se utilizó una inteligencia artificial (*Bard* de Google). Se introdujeron en la IA todas las palabras clave de los artículos y se le solicitó mediante un prompt la agrupación de las palabras por temáticas, con el fin de favorecer una visión global sintetizada de los resultados. Después se llevó a cabo una revisión humana para mejorar la clasificación obtenida por la IA.

Redacción y evaluación del informe: tras sintetizar y analizar la información de la investigación se llevó a cabo un informe de resultados.

3. Resultados

En el siguiente gráfico exponemos la evolución del número de publicaciones por año en la última década (desde el 2013 al 2023). Constatamos una tendencia general creciente a publicar sobre la temática, al producirse un incremento considerable en el año 2021 (que coincide con la fecha de exposición abierta de chatGPT en noviembre de 2021). A partir de esa fecha el número de artículos se ha mantenido alto, pero decreciendo en número, hasta la fecha de presentación de datos para la redacción de este artículo (noviembre 2023).

Figura 4

Evolución de la cantidad de documentos publicados en Scopus incluidos en la revisión bibliográfica



Nota. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por Scopus.

Se analizaron las palabras clave utilizadas en dichos artículos y se agruparon por temáticas más generales. Con estos datos podemos exponer el siguiente esquema conceptual:

Tabla 2

Esquema o árbol conceptual de las palabras clave utilizadas en los artículos

Temática	Palabra clave
Tecnología de la IA	<ul style="list-style-type: none">• Artificial intelligence (Inteligencia artificial)• Machine learning (Aprendizaje automático)• Deep learning (Aprendizaje profundo)• Artificial intelligence algorithms (Algoritmos de inteligencia artificial)• Artificial intelligence (AI) (Inteligencia artificial (IA))• AIEd Technologies (Tecnologías de IAEd)• AI Technology (Tecnología de IA)• AI Techniques (Técnicas de IA)• AI Algorithms (Algoritmos de IA)• AI algoritm (Algoritmo de IA)• chatGPT (chatGPT)• Artificial intelligent (Inteligente artificial)• Search engines (Motores de búsqueda)• Metadata (Metadatos)• Machine-learning (Aprendizaje automático)• Neural networks (Redes neuronales)• Computer software (Software informático)• Big Data• Application programs (Programas de aplicación)• Intelligent robots (Robots inteligentes)• Intelligent systems (Sistemas inteligentes)
Educación y IA	<p>Nivel educativo: Nivel superior</p> <ul style="list-style-type: none">• Colleges and universities (Universidades y colegios)• Higher education (Educación superior)

- Engineering education (Educación en ingeniería)
- High educations (Educaciones superiores)
- Computer engineering (Ingeniería informática)
- University (Universidad)

Proceso educativo

- Students (Estudiantes)
- Teaching (Enseñanza)
- Education (Educación)
- Learning systems (Sistemas de aprendizaje)
- Teachers (Docentes)
- Teaching systems (Sistemas de enseñanza)
- Educational process (Proceso educativo)
- Education systems (Sistemas educativos)
- Learning (Aprendizaje)
- Learn+

Metodología educativa

- E-learning (Aprendizaje online)
- Virtual reality (Realidad virtual)
- Distance education (Educación a distancia)
- Computer games (Juegos de ordenador)
- Online teaching (Enseñanza en línea)
- Online learning (Aprendizaje en línea)
- Online course (Curso en línea)
- Mobile applications (Aplicaciones móviles)

Campus inteligente

- Management systems (Sistemas de gestión)
- Intelligent agents (Agentes inteligentes)
- Information use (Uso de la información)

IA Aplicada a la educación y a la evaluación

- Information and communication technologies (Tecnologías de la información y la comunicación)
- Quality control (Control de calidad)
- University classrooms (Aulas universitarias)
- Sustainable development (Desarrollo sostenible)
- Sustainability (Sostenibilidad)
- Optimization (Optimización)

- Human computer interaction (Interacción hombre-computadora)
- Educational technology (Tecnología educativa)
- Digital transformation (Transformación digital)
- Smart education (Educación inteligente)
- Artificial intelligence in education (Inteligencia artificial en la educación)

- Modern information technologies (Tecnologías de la información modernas)

Toma de decisiones y evaluación

- Trees (mathematics) (Árboles (matemáticas))
- Decision support systems (Sistemas de apoyo a la toma de decisiones)
- Decision making (Toma de decisiones)
- Information management (Gestión de la información)
- Informatization (Informatización)
- Intelligent tutoring system (Sistema de tutoría inteligente)
- Surveys (Encuestas)
- Software design (Diseño de software)
- Learning algorithms (Algoritmos de aprendizaje)
- Decision trees (Árboles de decisión)
- Personalized learning (Aprendizaje personalizado)

- Learning management system (Sistema de gestión del aprendizaje)
- Learning analytics (Análisis de aprendizaje)

Sistemas de seguridad en la evaluación

- Visual analysis (Análisis visual)
- Expert systems (Sistemas expertos)
- AI literacy (Alfabetización en IA)
- Talent trainings (Formación de talentos)
- Education computing (Informática educativa)
- Curricula (Currículums)
- Professional aspects (Aspectos profesionales)
- Life long learning (Aprendizaje permanente)
- Personnel training (Capacitación del personal)
- Entrepreneurship education (Educación emprendedora)
- Artificial intelligence course (Curso de inteligencia artificial)
- Vocational education (Formación profesional)
- Self-learning (Autoaprendizaje)
- Science education (Educación científica)
- Lifelong learning (Aprendizaje permanente)

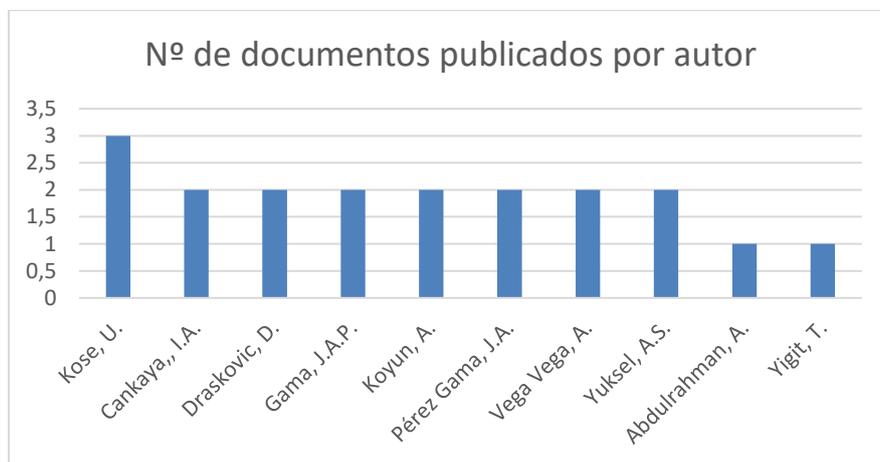
Formación permanente y formación de talentos (innovación, IA, emprendimiento...)

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por Scopus, la inteligencia artificial de Google (Bard) y revisión humana.

Los autores más prolíficos de la temática en la última década, según los datos extraídos de Scopus son: Kose, U.; Cankaya, I.A.; Draskovic, D.; Gama, J.A.P.; Koyun, A.; Vega Vega, A.; Yuksel, A.S.; Abdulrahman, A. y Yigit, T.

Figura 5

Autores más prolíficos en el número de publicaciones. (Documentos publicados por autor)



Nota. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por Scopus (2013-2023).

Con respecto a las revistas donde más han publicado los autores, destacamos las siguientes por el número de publicaciones: *International Journal of emerging technologies in learning*, *Computer Applications in engineering education*, *Education Sciences*, *Lecture Notes in educational technology* y *Education and information technologies*

Tabla 3

Las 5 revistas con mayor número de publicaciones en Scopus sobre la temática

Nombre de la revista	Número de publicaciones
<i>International Journal of emerging technologies in learning</i>	5
<i>Computer Applications in engineering education</i>	4
<i>Education Sciences</i>	3
<i>Lecture Notes in educational technology</i>	3
<i>Education and information technologies</i>	1

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por Scopus

En la tabla que exponemos a continuación se refleja la procedencia o instituciones con más publicaciones sobre la temática, destacando el National Research University “Moscow Power Engineering Institute” y el Tecnológico de Monterrey.

Tabla 4

Instituciones con mayor número de publicaciones en Scopus sobre la temática

Organización o Institución	Número de publicaciones
National Research University “Moscow Power Engineering Institute”	3
Tecnológico de Monterrey	3
Usak University	2
U San José International Group of Research	2
Süleyman Demirel Üniversitesi	2
University of Leeds	2
Beijing Normal University	2
University of Belgrade	2
Shaanxi Xueqian Normal University	2
School of Electrical Engineering	2

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por Scopus

Con respecto a los países o territorios con más publicaciones realizadas, destacamos significativamente en el campo a China (con un 32.58% de las publicaciones realizadas), y en menor medida Reino Unido y Estados Unidos (con un 5.62% en cada país), le siguen Malasia, Colombia, Turquía y España (con un 4.49% de las publicaciones en cada país), y, por último, están Rusia, India y Australia (con un 3.37% de publicaciones en cada país).

Figura 6

Países con más publicaciones realizadas



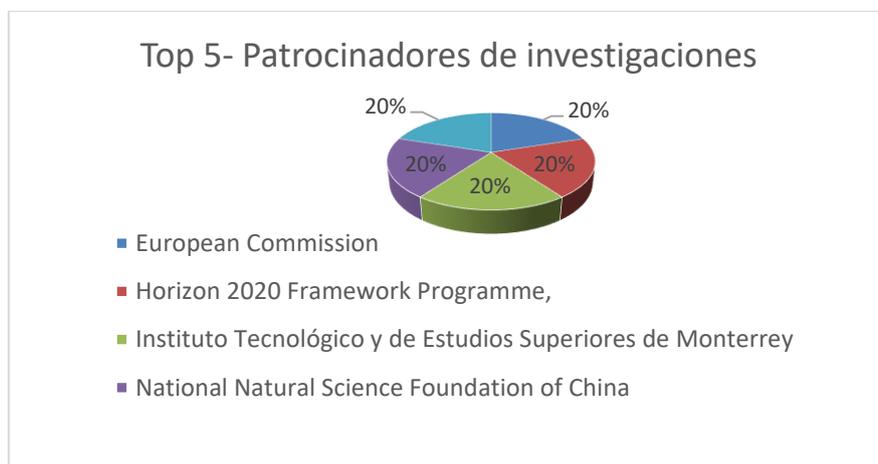
Nota. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por Scopus.

La investigación se sustenta porque se invierte en ella. Vemos que la investigación ha sido financiada fundamentalmente por 5 instituciones: European Commission, Horizon 2020 Framework Programme, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de

Monterrey, National Natural Science Foundation of China, y Russian Foundation for Basic Research.

Figura 7

Patrocinadores con más publicaciones financiadas en este estudio (Top 5)



Nota. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por Scopus.

Con respecto a las citas de dichos artículos (excluyendo las autocitas), vemos que la evolución de las citas es cada vez mayor según transcurren los años, mostrando así la gran trascendencia de la temática a lo largo de la última década, como queda reflejado en el siguiente gráfico:

Figura 8

Evolución de la cantidad de citas de los documentos incluidos en este estudio en la última década



Nota. Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por Scopus.

Los documentos más citados en la última década se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 5

Documentos más citados y la evolución de sus citas (incluyendo autocitas) en la última década 2013-2023

Documento: Título (Autor, Año) / Citas por año	Publicado	Año del siglo XXI							Total citas
		<19	19	20	21	22	23	>23	
1-Robot proof: Higher education in the age of artificial Intel...(Aoun, 2017)	2017	12	37	39	47	41	38		214
2- Artificial intelligence and computer science in education: F... (Kandlhofer et al., 2016)	2016	2	6	9	19	18	33		87
3- A practical teaching mode for colleges supported by artifici...(Yang et al., 2020)	2020				6	25	13	2	46
4- Design and implementation of intelligent systems with LEGO M...(Cuéllar & Pegalajar, 2014)	2014	24	5	3	5	1			38
5-Optimization of self-learning in Computer Engineering course...(Kose & Arslan, 2017)	2017	8	4	8	4	4	4		32
6- Move to Smart learning environment: Exploratory research of... (Munawar et al., 2018)	2018	2	3	5	7	1	5		23
7- Analysing student programs in the PHP intelligent tutoring s...(Weragama & Reye, 2014)	2014	8	3	2	5		4		22
8- Game of algorithms: ChatGPT implications for the future of t...(Ivanov & Soliman, 2023)	2023						16	1	17

9- A Predictive Model for Predicting Students Academic Performa...(Aman et al., 2019)	2019	1	4	7	3	1	16
10- Trends, Research Issues and Applications of Artificial Intel...(Huang et al., 2023)	2023			2	13		15

**Nota.* Fuente: elaboración propia a partir de los datos suministrados por Scopus. Existen citas con fecha posterior al 2023 porque a fecha de noviembre de 2023 (cuando se han obtenido los datos) ya están aceptados documentos que los citan que saldrán publicados en el 2024 y que se encuentran en las bases de datos de Scopus.

Resultado sobre el contenido de las publicaciones

A partir del análisis de contenido de las publicaciones seleccionadas en este estudio se han encontrado los resultados que exponemos a continuación.

El rápido desarrollo de la IA **ha cambiado el paradigma educativo de la educación superior**, la estructura de la demanda de talento y el modo de aprendizaje presente y futuro (Zhang et al., 2019). Este nuevo contexto condiciona la educación, la evaluación y la manera de realizarlas. Actualmente, las universidades buscan mejorar los modelos académicos que provienen del modelo tradicional con el fin de construir un modelo eficiente que contribuya al aprendizaje adaptándose a las necesidades formativas reales de cada alumno (Villegas-Ch et al., 2019). Se están diseñando nuevos entornos educativos del futuro próximo como son los campus inteligentes o “Smart campus” (Akhrif et al., 2019), los “Smart labs” o los IVL- Laboratorio Virtual Inteligente (Munawar et al., 2018), o los sistemas expertos de apoyo a la decisión (EDSS) (Eremeev et al., 2020), nuevas formas de enseñar y aprender y nuevas herramientas para dotar a los estudiantes de un aprendizaje personalizado y adaptado a sus necesidades (Tapalova & Zhiyenbayeva, 2022). Todo ello posibilita que tanto el alumno como el docente experimenten mejores procesos educativos (Yigit et al., 2015), se tenga un aprendizaje más productivo (He, 2021), se tengan mejores los resultados académicos, haya una mayor eficiencia en términos de tiempo y coste, haya un acceso a la educación global (Kamalov et al., 2023), se reduzca el estrés, - como se mostró en la investigación de ARU (Indian University) donde el apoyo a los estudiantes con agentes conversacionales por IA (ECA) durante la pandemia se mostró que redujo el estrés (Nelekar et al., 2022) -, se aumente la motivación (Nikonova et al., 2023), y se reduzca la carga cognitiva (Yang et al., 2023).

La introducción en la **cuarta revolución industrial** que está suponiendo el desarrollo de la IA está rompiendo con la concepción tradicional de enseñanza, donde se enseñaba una sola materia. Ahora, además de la materia de estudio hay que introducir en todas las áreas del conocimiento la aplicación de IA. Es por ello, por lo que existe una gran diversidad de carreras universitarias en las publicaciones analizadas donde se está comenzando a implantar la IA (educación, contabilidad (Ren & Weng, 2019), ingeniería mecánica (Kuo et al., 2023), idiomas (Chen & Xiao, 2021; Fan & Yang, 2021; Huang et al., 2023; Nikonova et al., 2023), aprendizaje de genómica (Leung et al., 2022), programación, derecho (Gridchina et al., 2023), ingeniería informática, matemáticas (Eremeev & Kozhukhov, 2018), ingeniería económica (Zhu et al., 2015), turismo (Ivanov & Soliman,

2023), e, incluso se ha aplicado para estudiantes de Educación Física, creando un sistema interactivo de entrenamiento inteligente a través de IA (Xu et al., 2022; Yin, 2021).

Se considera **la IA como un conocimiento transversal** necesario en todas las etapas educativas desde Educación Primaria hasta la Universidad. De hecho, se considera la Competencia Digital como una de las Competencias Claves recomendadas por la Unión Europea en el European Framework for Key Competences for Lifelong Learning (Pino-Varela, 2022). Un ejemplo de ello es el caso de Nueva Zelanda, donde se ha diseñado **formación** para primaria STEM que incluye IA (Mehdipour et al., 2018). Otro ejemplo sería el desarrollo de un plan de estudios (con resultados positivos en el estudio piloto) de alfabetización en IA desde el jardín de infancia hasta la Universidad (Kandlhofer et al., 2016), creando módulos con resolución de problemas mediante búsqueda, clasificación, gráficos y estructura de datos. Y, otro ejemplo es el caso de la Facultad de Ingeniería informática de la Universidad de Granada, donde han usado Lego para el aprendizaje de IA. (Cuéllar & Pegalajar, 2014). Debido a esa importancia del aprendizaje de IA se están desarrollando nuevas aplicaciones para poder entender, simular y visualizar algoritmos de IA que podría ser aplicable en la educación en IA (Draskovic, 2018; Draskovic et al., 2019).

Pero, no solamente es necesario tener conocimientos de IA, también lo es estar abierto al cambio y al aprendizaje según avanza el conocimiento tecnológico, y tener la apertura mental para idear nuevas formas de aplicación de esa tecnología. Por ello, en las propuestas de planes de estudio del futuro, además del conocimiento en IA, **se introducen competencias transversales** como el pensamiento crítico, las habilidades de resolución de problemas, las habilidades de trabajo colaborativo, la comunicación (Pinto et al., 2019), el fomento de la innovación, la capacidad de aprender y desaprender, la creatividad y el emprendimiento (Xie, 2021; Zhao, 2021). Además, se sigue potenciando la aplicabilidad o la **transferencia del conocimiento Universidad-Empresa**, a nivel internacional (Aiwon, 2022; Herzog et al., 2022). Por ejemplo, en Camboya se han diseñado programas universitarios para la creación de sistemas de producción automatizados (Chheang et al., 2023). Otro ejemplo de ello es usar para las prácticas de la asignatura universitaria “Control de procesos tecnológicos” el desarrollo real, para la empresa Kybernetes, s.r.o. de un controlador adaptativo inteligente móvil de procesos tecnológicos. (Liguš et al., 2013). Es importante esta comunicación continua para detectar brechas educativas de cara a formar a los futuros profesionales, o aportar, desde la Universidad al desarrollo del tejido empresarial. Fruto de esta comunicación Universidad-Empresa se ha detectado una gran brecha entre la Universidad y las empresas de robótica, donde el esfuerzo debería dirigirse a mejorar los cursos actuales sobre “Inteligencia Artificial”, “Visión Artificial” y “Diseño de Estructuras de Robots” en la educación universitaria (Do et al., 2023).

Englobando todo lo expuesto, se plantea construir un **nuevo marco educativo de innovación en IA**, donde el desarrollo de estas competencias sea posible, y se genere un entorno óptimo para el **desarrollo del talento y la innovación**. (Han & Zhang, 2021; Hosny et al., 2022; Zhang et al., 2019), donde se mejore la experiencia del alumno, desarrollando itinerarios formativos coherentes con estos nuevos cambios, usando plataformas de hardware y software congruentes (Doran & Clark, 2018), y planteándose el re-diseño de los contenidos integrando la IA y las nuevas tecnologías emergentes. Un

ejemplo de ello se refleja en el documento de Matoušek, et al. (2019) donde plantean como propuesta para los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Informática la integración de los contenidos de IA, redes neurales y aprendizaje automático, impartidos conjuntamente, y no por separado, como se suele hacer, ya que integrándolos se pueden resolver problemas de ingeniería típicos de la carrera.

El futuro de la educación pasa por la informatización, ya que posibilitará compartir contenidos, microcursos, (para permitir obtener las denominadas microcredenciales), microprofesiones, especialidades, aulas, experimentos y otros cursos virtuales, ayudando a eliminar los límites del Departamento universitario (Zhang et al., 2019), y fomentando el conocimiento y colaboración multidisciplinaria.

En el diseño de los **“Smart Campus” o campus inteligentes**, y de su gestión es importante el papel de los **“Smart Labs”** o laboratorios inteligentes o **“Living Labs”**, donde se fomenta, valora y evalúa el diseño de entornos sostenibles usando, entre otros aspectos, la IA para generar bienestar en la humanidad, valorando el cumplimiento de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible). Un ejemplo de ello, es el laboratorio inteligente de la Universidad de Jaén, UJAml. (Verdejo et al., 2022).

También son relevantes los IVL o Laboratorios Virtuales Inteligentes, donde el alumno puede desarrollar tareas prácticas online con un nivel de excelencia, mejorando el aprendizaje de los estudiantes (Curiel-Ramírez et al., 2022; Munawar et al., 2018). En el contexto del diseño del campus inteligente, se está planificando la integración informática en la gestión de todos los aspectos de un campus educativo, integrando el Big Data con el Internet de las cosas, para crear un sistema de gestión preciso e inteligente (Jingyi et al., 2020; Min et al., 2021) (desde el apagado y encendido de aulas y apertura y cierre de puertas en función de la presencia o no de personas autorizadas, el apagado y encendido de la calefacción o sistemas de aire acondicionado, mejorando la eficiencia energética y la sostenibilidad de los procesos, la detección de espacios vacíos en los asientos de las aulas para una mejor planificación de los espacios, etc...), en los que se incluye también la integración de los procesos administrativos de evaluación educativa.

En este sentido, en los nuevos diseños del proceso administrativo de la evaluación, hay cierta preocupación por la seguridad en la administración de exámenes (Ma & Yang, 2021), la privacidad de datos, (Kamalov et al., 2023) el acceso fidedigno de la persona examinada, y por los accesos no autorizados a las bases de datos de exámenes. Por ello, se han llevado a cabo diversos diseños para la gestión de la evaluación universitaria. Así, se ha evaluado la eficacia de una estructura de gestión de exámenes digitales impulsada por IA basada en Fog Computing para mejorar la eficiencia y seguridad de la administración de exámenes (Al-Hakimi et al., 2023).

También se ha creado un sistema de reconocimiento facial para identificar usuarios en plataformas de e-learning, usando IA con tres fases: el primer lugar se diseña una base de datos con imágenes capturadas de los usuarios. En un segundo momento, con IA, se extraen los rasgos faciales e identificación de los usuarios. Y, finalmente, se autentifica los usuarios mediante identificación automática de rasgos faciales. (Khan & Alotaibi, 2020). Por otro lado, se ha propuesto la introducción de la tecnología de Blockchain, en

el ámbito educativo por sus procesos de trazabilidad, calidad y seguimiento (An et al., 2021) para asegurarse la seguridad en la gestión administrativa de los exámenes.

El uso de la minería de datos a datos educativos ha permitido identificar los estudiantes que necesitan más apoyo, o inferir y predecir una calificación de un estudiante en base a su comportamiento durante el proceso de aprendizaje. (Moreno-Ger & Burgos, 2021).

Y, también se ha diseñado mediante IA un sistema de detección de alumnos que miran hacia abajo y levantan la cabeza, para detectar el estado del comportamiento de los alumnos (Lai et al., 2021) y que sería aplicable a la detección de los cambios de comportamiento durante los exámenes.

Un sistema (que está en fase de estudio piloto) muy interesante es el propuesto por Jia y He, (Jia & He, 2022), mediante el cual se puede confirmar que el alumno es el que asiste al curso online o hace el examen por la integración de sistemas de reconocimiento facial, cambios de voz, conducta del alumno, cambios de estado, etc., todo ello integrado en un sistema de tutoría inteligente (ITS), llegando a generar lo que denominan un sistema inteligente de supervisión online (IOPS) integrando la IA en el curso online. Por lo tanto, podemos ver en estos ejemplos que la combinación del Big Data y/o minería de datos junto con la IA son claves en los nuevos diseños de los procesos de evaluación (Jingyi et al., 2020).

También se han creado **sistemas de tutoría inteligente (ITS)** y asistentes de enseñanza donde el análisis de los datos de las tareas, ejercicios o cuestionarios realizados por el alumno mediante IA proporciona información de la ejecución de dichos ejercicios, las necesidades individuales de aprendizaje de cada alumno, e incluso recomendaciones para el docente generadas por IA para enseñar a cada alumno en base a las necesidades detectadas, (Cao et al., 2021; Erdemir, 2019; Leung et al., 2022; Pillay et al., 2018) fomentando **la personalización de la enseñanza**, y la evaluación como un instrumento de mejora continua basada en necesidades formativas detectadas a nivel individual. Con respecto a la personalización de la enseñanza, un ejemplo de ello es el desarrollo de un programa con IA, red neuronal artificial y un algoritmo llamado Vortex Optimization Algorithm (VOA), que junto con un software que evalúa los niveles de inteligencia (a partir de la teoría de las inteligencias múltiples) es capaz de ofrecer al alumno materiales seleccionados en base a los datos evaluados (Kose & Arslan, 2017). Un autor relevante en el desarrollo de la IA para la creación de ITS ha sido Jim Greer (Bull, 2021). Un ejemplo de estos sistemas ITS es “Cyber-Math”, que permite aprender matemáticas a tu propio ritmo, desde cualquier sitio y a cualquier hora con conexión a internet. (Daniel & Vera, 2017).

Con respecto a los sistemas de tutoría inteligente (ITS) el gran reto superado ha sido la evaluación para los ejercicios en los cuáles había que hacer explicaciones o comentarios abiertos sobre una pregunta. Este reto ha sido superado con el programa PHP- ITS (Sistema de tutoría inteligente para el aprendizaje del lenguaje de programación PHP) con el que se ha logrado que la IA identifique el 96% de las soluciones semánticamente equivalentes para un solo ejercicio (Weragama & Reye, 2014). Si bien es cierto que se ha llegado a desarrollar algoritmos capaces de predecir la evaluación del docente, (como el algoritmo a priori y el DEA-BP con una tasa de precisión relativa del 95,44%) (Ma, 2021)

también hay que considerar que cualquier dato generado por una IA ha de ser revisado por el docente con una visión crítica, porque éste puede conocer una situación de examen o las circunstancias personales concretas de un alumno que la IA no esté considerando, y sea relevante para hacer otra evaluación diferente u otra recomendación (por ejemplo, el caso de un alumno que no contesta a partir de una pregunta de examen porque hay un corte de luz en su edificio).

También es relevante mencionar la importancia de la **eficacia de las interacciones** del alumno con el ITS porque se ha mostrado que influye en la participación del alumno. (Chrysafiadi et al., 2023). Pero, aún más importante es tener en cuenta **las emociones en el aprendizaje online** porque influyen en el interés por el aprendizaje, las creencias sobre el aprendizaje y la motivación para el aprendizaje. (Wang, 2022).

En referencia a estas **nuevas formas de aprendizaje** se han incluido múltiples maneras de integrar la IA en entornos educativos: - El uso aislado de la IA, como es un chatbot, como chatGPT (Kiryakova & Angelova, 2023; Michel-Villarreal et al., 2023). - La integración de e-learning con IA y redes neurales (Kadhim & Hassan, 2020). - La integración de la IA con cursos MOOC y cursos SPOC para dotar al alumno de un aprendizaje, no sólo personalizado, sino también colaborativo (Yang et al., 2020). - La integración del uso de la tecnología o inteligencia "enjambre" o Swarm, junto con la nube para la educación en el entorno universitario. (Koushik & Patil, 2021). - La integración de chatbots con un sistema de análisis "Galaxy" para el aprendizaje de genómica (Leung et al., 2022). - También se ha propuesto un sistema inteligente educativo con Blockchain (BITS) debido al sistema que tiene de trazabilidad, por tanto, de calidad y seguridad en los datos. (An et al., 2021). - Se ha trabajado la integración de la robótica con IA (Fernandes, 2016; Yang et al., 2023), creando, en una Universidad de China un robot educativo con IA (los llamados AIERs por las siglas de "Artificially Intelligent Educational Robots") para promover el comportamiento seguro de los estudiantes en un laboratorio universitario, creando un sistema AIER gamificado con mejores resultados que si se compara con la educación tradicional, o con otro tipo de robot antropomórfico general, en términos de rendimiento de aprendizaje, motivación, tendencia a la resolución de problemas y carga cognitiva en el proceso de aprendizaje (Yang et al., 2023). - Y se está trabajando en la inclusión de la IA en la Realidad Virtual para construir "un segundo mundo de aprendizaje abierto e inmersivo" (Jingyi et al., 2020). Vemos, pues, que la IA se puede combinar con múltiples tecnologías para participar en los procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación (Işık & Aslan, 2014; Li et al., 2021).

En estos momentos no sólo se están desarrollando sistemas de aprendizaje con IA combinado o no con otras tecnologías, sino también, clases tradicionales (sin IA) combinada con actividades puntuales o adicionales con IA que permiten que el alumno tenga más oportunidades de aprender y practicar, como es el caso de la app para móvil ¡Engineering Economics Jeopardy! (APK) desarrollada por Weihang Zhu en la que los alumnos de Ingeniería Económica pueden competir con dos oponentes virtuales con IA a través de un videojuego que incluye un e-book con los conceptos clave de la asignatura, una calculadora, tablas de referencia y las herramientas necesarias para resolver los problemas y cuestiones conceptuales de la asignatura universitaria (Zhu et al., 2015). O

la construcción de una plataforma de formación que incluye IA en un sistema mixto de enseñanza del inglés (Fan & Yang, 2021).

Dados los cambios que se están implementando en la educación y evaluación, **el docente “Smart” o “inteligente”** no solamente tendrá conocimientos de su materia a enseñar y TICC (Tecnologías de información, comunicación y colaboración) que se le requerían en la formación tradicional, sino también conocimientos de IA, computación en la nube, habilidades emocionales (Jingyi et al., 2020) y capacidad de percibir y evaluar competencias. Además, han de tener habilidades para el diseño docente ya que se ha mostrado (Wu, 2022) que influye en la evaluación de la calidad que hacen los alumnos de los cursos online, por encima, incluso del contenido didáctico y los contenidos del curso. Por ello, en este proceso de cambio, se ha de dotar a los docentes de recursos (con formación, financiación y equipos tecnológicos), apoyo y reconocimiento para adoptar pedagogías basadas en IA (Ahmed et al., 2022). Por su parte, el docente ha de considerar a los alumnos agentes autónomos de su propio proceso de aprendizaje (Hamzah, 2020).

Integrando estos aspectos aquí mencionados, se han desarrollado **modelos de cambio en la formación**, como el Aprendizaje basado en IA (Ghnemat et al., 2022). Este modelo implica la reducción de la brecha entre los resultados de la educación superior y los requerimientos de la empresa al producir estudiantes que aprenden durante toda la vida. Además, también se ha aplicado IA para que junto con los conocimientos que se tienen y las motivaciones se pueda ajustar mejor la orientación laboral para ese mejor ajuste alumno-empresa (Ni et al., 2022).

Otro modelo de cambio educativo, desarrollado en Colombia, es “El modelo dual de digitalización DT” en el que se genera un ecosistema productivo de la transformación, se potencia el conocimiento, la innovación y el desarrollo de capacidades digitales, la hiperpersonalización del aprendizaje, y la generación de un nuevo marco económico apoyado en el emprendimiento. (Gama et al., 2016; Gama, 2018).

También cabe mencionar el cambio de paradigma en la educación que se plantea después de la crisis de guerrillas en Colombia en el artículo de Pérez Gama et al. (Pérez-Gama et al., 2017). Este modelo incluye: seguimiento y evaluación individual guiado por TICS, competencias, metodología asincrónica, tutoría personal y enseñanza automatizada online (Pérez-Gama et al., 2018).

En el uso de la IA es importante considerar **aspectos éticos**, y la posible repercusión que tiene el uso de la IA según el objetivo que se persiga con ella. Por poner un ejemplo, existe un estudio (Aman et al., 2019) donde se diseña, mediante IA, un “sistema inteligente de apoyo a la decisión” (IDSS) que predice el 80% del abandono académico de un estudiante universitario, y, en el artículo se propone su uso para decidir si un estudiante debe o no abandonar sus estudios para evitarles costes económicos a sus padres. El uso de esta IA en una persona que se encuentra en el 20% de los casos que no lo predice con precisión podría hacer que una persona no estudiase (pudiendo haber finalizado sus estudios) debido a la decisión humana tomada en base a un algoritmo. Por ello, siempre es importante valorar con capacidad crítica el resultado que puede suministrar una IA, y tener en cuenta la repercusión que pueda tener la decisión.

En referencia a los chatbots (como ChatGPT) existe una preocupación por parte de los docentes del uso poco ético del mismo que ponga en peligro la validez y equidad en los procesos de evaluación. (Kiryakova & Angelova, 2023). Por ello, se hace necesario establecer **políticas claras, normativas y directrices en el uso de la IA en Educación Superior** para evitar suspicacias o malentendidos en términos de la integridad académica, detección de plagio y el impacto de las habilidades de pensamiento crítico (Michel-Villarreal et al., 2023). También es importante el establecimiento de políticas y normativas en el uso de la IA porque a través de sistemas de IA educativo o generativo se puede transmitir ideología o política si dicha IA ha sido entrenada o programada para ello. Por ejemplo, en China, (país que lidera la investigación en IA por número de publicaciones) se están desarrollando sistemas de IA para la educación política e ideológica en los colegios y Universidades (Kuang et al., 2022), y no son pocos los artículos de dicho país que hacen un llamamiento en publicaciones internacionales para manifestar la necesidad de que se pueda educar en ideología y política a través de la IA (Kuang et al., 2022; Wang, 2023) lo cual podría suponer que, si no hay normativa al respecto, se pueda introducir ideas políticas e ideológicas a través del uso de IA educativa y/o generativa.

Otro aspecto ético a considerar en la IA, es la posible **replicación de los sesgos o ideas discriminatorias** porque si en la fase de entrenamiento de la IA se han manifestado sesgos o afirmaciones discriminatorias, la IA puede replicar estos sesgos al dar las respuestas.

Acceso a la formación online: Si bien es cierto que se podría considerar que no hay un acceso igualitario a internet a nivel internacional, y que existen colectivos en riesgo de exclusión digital (Hernández-León & Miguel-Hernández, 2017) que tendrían dificultades para acceder a este tipo de formación, también hay que tener en cuenta los múltiples beneficios que puede tener la formación online para algunos colectivos con dificultades de acceso a la formación tradicional, como son aquellos que viven lejos de centros educativos (como los entornos rurales), las mujeres y niñas a las que se les restringe el acceso a la formación a nivel mundial, (Subashini et al., 2019) las personas con discapacidad, o las personas con dificultades horarias y/o con problemas para compatibilizar su vida personal con la formación. Esto supone una gran ventaja ya que el uso de la formación online puede facilitar el acceso a la educación global incluso a algunos colectivos que en estos momentos tienen dificultades para acceder a la formación. “El objetivo es hacer que la educación en el futuro sea más diversa, equitativa y de alta calidad” (Wang et al., 2021, p. 5633).

De lo aquí expuesto, y teniendo en cuenta nuestro objetivo de investigación, destacamos, por tanto, **el impacto que ha tenido la IA en la evaluación educativa universitaria**, porque se ha utilizado la IA no sólo para el diseño de la gestión integral de Universidades, sino también, específicamente de exámenes con IA, para sistemas de identificación de estudiantes ante ejercicios de evaluación, para la identificación de necesidades formativas en base a la conducta del alumno durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, para la detección de cambios de comportamiento durante exámenes (con el fin de evitar posibles copias, o material no autorizado en un examen), para la creación de sistemas de tutoría inteligentes que nos permiten obtener datos de la ejecución de un

alumno y de sus necesidades formativas por IA (lo cual posibilita la personalización de la enseñanza).

Tal como hemos comentado en el artículo, este gran impacto de la IA en la evaluación educativa se verá incrementado en el futuro, teniendo en cuenta que la IA se puede integrar con muchas otras tecnologías que se están empezando a usar en el ámbito educativo (IA con chatbot, con la nube, con blockchain (para obtener trazabilidad y seguridad de datos en la evaluación), robótica, realidad virtual... e incluso con clases presenciales tradicionales, creando, por tanto, nuevas formas de aprendizaje y evaluación educativa.

4. Conclusión

En el marco contextual de cambio de paradigma educativo en el que nos encontramos, promovido por la introducción de la IA en la educación, la evaluación educativa universitaria se va a enfrentar a grandes desafíos a superar, como son: la creación de normativa específica en el uso de la IA en el ámbito educativo, la seguridad y privacidad de los datos, los accesos no autorizados a los datos, el plagio e integridad académica y la integración de los procesos administrativos de evaluación educativa dentro del sistema de gestión integral en el contexto del “campus inteligente” (Akhrif et al., 2019; Jingyi et al., 2020; Min et al., 2021).

Nuestra aportación, con esta revisión sistemática, es conocer el estado del arte de la evaluación educativa universitaria, para dar a conocer cómo se está perfilando a nivel tecnológico la evaluación educativa universitaria y los avances que ha habido en la última década sobre la evaluación integrada en sistemas con IA.

Considerando las propuestas que han realizado los autores de esta revisión, la evaluación educativa universitaria del futuro próximo estará informatizada (Zhang et al., 2019) y será personalizada (Leung et al., 2022; Pillay et al., 2018). Además, no solamente se evaluará online los conocimientos teóricos, también se podrá evaluar conocimientos prácticos, como ocurre en los IVL o Laboratorios Virtuales Inteligentes, (Munawar et al., 2018), y será conveniente desarrollar (y, por tanto, evaluar su desarrollo) competencias como el pensamiento crítico, las habilidades de resolución de problemas, las habilidades de trabajo colaborativo, la comunicación (Pinto et al., 2019), el fomento de la innovación, la capacidad de aprender y desaprender, la creatividad y el emprendimiento (Zhao, 2021; Luo & Xu, 2022) porque están en la base del cambio y la introducción de la IA en la sociedad. También se formará, y, por tanto, se evaluará, la adquisición de conocimientos de IA aplicada al área de estudio.

En el contexto que mencionamos, donde las tecnologías digitales fomentan un marco nuevo para la gestión de las instituciones de educación (Nieto-Martín & Rodríguez-Conde, 2009), habrá una evaluación educativa continua, (incluso a lo largo de toda la vida (Ghnemat et al., 2022)), con el fin de detectar necesidades formativas para aportar soluciones de desarrollo o mejora continua en el alumno que posibilitará mantener la empleabilidad a lo largo de la vida laboral (Chakrabarti et al., 2021). En la evaluación se tendrá especial atención a la eficacia de las interacciones entre la IA y el alumno y las emociones en el proceso de aprendizaje online, por sus repercusiones en el proceso de aprendizaje (Wang, 2022).

La introducción de la IA en la educación implica la posibilidad de combinación de la IA con múltiples tecnologías, por ello tendremos que estar abiertos a nuevas formas de evaluación futura, como es la evaluación educativa con IA en la realidad virtual (Chen et al., 2021).

Este proceso de evaluación mediante IA habrá de ser confirmado y revisado por una persona con capacidad crítica para analizar los datos suministrados por la IA, la adecuación de estos a la evaluación realizada y la repercusión de las decisiones que tome en base a un algoritmo.

El uso de los ITS (Sistemas de Tutoría Inteligente) y la automatización de la evaluación posibilitará que el docente tenga más tiempo para dedicarse a la parte más humana de la formación: interpretar los datos suministrados por la IA, favorecer la enseñanza personalizada en base a las necesidades detectadas e incidir en la parte más emocional del proceso educativo. Dejando los procesos que se pueden automatizar, el análisis de datos, la agrupación, las clasificaciones y detección de tendencias a quien mejor lo puede hacer (la IA). Integrando, de esta forma, el trabajo conjunto IA-humano para lograr una mayor eficiencia, motivación y satisfacción en el proceso no sólo de enseñanza-aprendizaje, sino también de evaluación educativa, y posibilitando el acceso a la formación global y la formación a colectivos que en estos momentos presentan dificultades de acceso a la formación tradicional (las mujeres y niñas a nivel mundial, los entornos rurales, las personas con dificultades horarias o para compatibilizar la formación con su vida personal o las personas con discapacidad). (Hernández-León & Miguel-Hernández, 2017; Subashini et al., 2019). Como afirma Aoun en su artículo (Aoun, 2017), las nuevas alfabetizaciones de la humanidad son la alfabetización en datos, tecnológica y humana. Adaptémonos, por tanto, a los cambios venideros como docentes, tal como afirmó Fonseca-Escudero et al. en el VII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2023, “aprendiendo de la IA para aprovechar sus herramientas en el aula, aprendiendo sobre la IA para comprender su funcionamiento y aprendiendo con la IA para adaptar sus métodos de enseñanza” (Fonseca-Escudero et al., 2023).

Agradecimientos

Este trabajo de investigación se ha realizado dentro del Programa de Doctorado en Formación de la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca, y gracias al apoyo del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación y al Grupo de Investigación en InterAcción y eLearning (GRIAL) de la Universidad de Salamanca.

Presentación del artículo: 27 de noviembre de 2023

Fecha de aprobación: 14 de marzo de 2024

Fecha de publicación: 30 de mayo de 2024

<p>Hernández-León, N. y Rodríguez-Conde, M.J. (2024). Inteligencia artificial aplicada a la educación y la evaluación educativa en la Universidad: introducción de sistemas de tutorización inteligentes, sistemas de reconocimiento y otras tendencias futuras. <i>RED. Revista de Educación a Distancia</i>, 24(78). http://dx.doi.org/10.6018/red.594651</p>
--

Financiación

Este trabajo no ha recibido ninguna subvención específica de los organismos de financiación en los sectores públicos, comerciales o sin fines de lucro.

Declaración de los autores sobre el uso de LLM

Este artículo no ha utilizado textos provenientes (o generados) de un LLM (ChatGPT u otros) para su redacción.

Referencias

- Ahmed, S., Khalil, M. I., Chowdhury, B., Haque, R., Senathirajah, A. R. B. S., & Din, F. M. B. O. (2022). Motivators and Barriers of Artificial Intelligent (AI) Based Teaching. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2022(100), 74-89. Scopus. <https://doi.org/10.14689/ejer.2022.100.006>
- Aiwen, W. (2022). *Research on University-Industry Cooperation of Vocational Colleges under the Background of Artificial Intelligence*. 228-232. Scopus. <https://doi.org/10.1109/BDEE55929.2022.00046>
- Akhrif, O., Idrissi, Y. E. B. E., & Hmina, N. (2019). Service Oriented Computing and Smart University. En *Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure: Vol. Part F1405* (pp. 437-449). Scopus. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85147649456&doi=10.1007%2f978-3-030-11196-0_37&partnerID=40&md5=b8d0218bc1110f7d5402a7516f62fef2
- Al-Hakimi, A. M., Subbiah, A., Johar, M. G. B. M., & Jaharadak, A. A. B. (2023). A Review Study of an Intelligent Strategy Towards Higher Education Examination Management Structure Based on Fog Computing. 117-122. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICSGRC57744.2023.10215412>
- Aman, F., Rauf, A., Ali, R., Iqbal, F., & Khattak, A. M. (2019). A Predictive Model for Predicting Students Academic Performance. 10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications, IISA 2019. Scopus. <https://doi.org/10.1109/IISA.2019.8900760>
- An, L., Yue, J., Zhang, G., & Wang, Q. (2021). *BITS: A Blockchain-Based Intelligent Teaching System for Smart Education*. 159-162. Scopus. <https://doi.org/10.1109/EIMSS53851.2021.00042>
- Aoun, J. E. (2017). *Robot-proof: Higher education in the age of artificial intelligence*. Scopus. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85035781692&partnerID=40&md5=e5814f18f5e24103ad4785961c5c86dc>
- Bolaño-García, M., & Duarte-Acosta, N. (2023). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*. <https://doi.org/10.30944/20117582.2365>
- Bull, S. (2021). Jim Greer's 25-Year Influence on a Research Programme on Open Learner Models. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31(3), 476-515. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00233-z>
- Cao, J., Yang, T., Lai, I. K.-W., & Wu, J. (2021). Student acceptance of intelligent tutoring systems during COVID-19: The effect of political influence. *International*

- Journal of Electrical Engineering Education*. Scopus. <https://doi.org/10.1177/00207209211003270>
- Chakrabarti, S., Caratozzolo, P., Norgaard, B., & Sjoer, E. (2021). *Preparing Engineers for Lifelong Learning in the Era of Industry 4.0*. 518-523. Scopus. <https://doi.org/10.1109/WEEF/GEDC53299.2021.9657247>
- Chen, H., Ma, Y., Liu, X., & Yuan, Y. (2021). *Research on the Application of «AR/VR+» Traditional Cultural Education Based on Artificial Intelligence*. 1673-1676. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICISE-IE53922.2021.00370>
- Chen, P., & Xiao, L. (2021). *The Construction of College English Teaching Model Based on Artificial Intelligence Technology*. 1687-1690. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICISE-IE53922.2021.00373>
- Chheang, V., Heng, S., Thourn, K., & Yahoui, H. (2023). *A Survey of Industry in Cambodia and Future Prospects Industry 4.0*. 317-320. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ECTIDAMTNCN57770.2023.10139624>
- Chrysafiadi, K., Virvou, M., Tsihrintzis, G. A., & Hatzilygeroudis, I. (2023). Evaluating the user's experience, adaptivity and learning outcomes of a fuzzy-based intelligent tutoring system for computer programming for academic students in Greece. *Education and Information Technologies*, 28(6), 6453-6483. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11444-3>
- Cuéllar, M. P., & Pegalajar, M. C. (2014). Design and implementation of intelligent systems with LEGO Mindstorms for undergraduate computer engineers. *Computer Applications in Engineering Education*, 22(1), 153-166. Scopus. <https://doi.org/10.1002/cae.20541>
- Curiel-Ramírez, L. A., Bautista-Montesano, R., Galluzzi, R., Izquierdo-Reyes, J., Ramírez-Mendoza, R. A., & Bustamante-Bello, R. (2022). Smart Automotive E-Mobility—A Proposal for a New Curricula for Engineering Education. *Education Sciences*, 12(5). Scopus. <https://doi.org/10.3390/educsci12050316>
- Daniel, V., & Vera, G. (2017). Intelligent tutorial system for learning of basic and operational math. *Journal of Science Education*, 18(2), 84-90. Scopus.
- Do, H.-D., Tsai, K.-T., Wen, J.-M., & Huang, S. K. (2023). Hard Skill Gap between University Education and the Robotic Industry. *Journal of Computer Information Systems*, 63(1), 24-36. Scopus. <https://doi.org/10.1080/08874417.2021.2023336>
- Doran, M. V., & Clark, G. W. (2018). *Enhancing robotic experiences throughout the computing curriculum*. 2018-January, 368-371. Scopus. <https://doi.org/10.1145/3159450.3159580>
- Draskovic, D. (2019). *Development of intelligent systems and application of gamification in artificial intelligent learning*. 27th Telecommunications Forum, TELFOR 2019. Scopus. <https://doi.org/10.1109/TELFOR48224.2019.8971360>
- Draskovic, D., Cvetanovic, M., & Nikolic, B. (2018). SAIL—Software system for learning AI algorithms. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(5), 1195-1216. Scopus. <https://doi.org/10.1002/cae.21988>
- Erdemir, M. (2019). Using web-based intelligent tutoring systems in teaching physics subjects at undergraduate level. *Universal Journal of Educational Research*, 7(7), 1517-1525. Scopus. <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.070705>
- Eremeev, A., Ivliev, S., & Kozhukhov, A. (2020). *Tool Environment for Creating Training Prototypes of Intelligent Decision Support Systems*. 2020 5th International Conference on Information Technologies in Engineering Education, Inforino 2020 - Proceedings. Scopus. <https://doi.org/10.1109/Inforino48376.2020.9111781>

- Eremeev, A. P., & Kozhukhov, A. A. (2018). *Using of the Software System for Finding Solutions on the Basis of Game-Theoretic Methods for Teaching Students in the Magistracy in the Direction «applied Mathematics and Informatics»*. 2018 4th International Conference on Information Technologies in Engineering Education, Inforino 2018 - Proceedings. Scopus. <https://doi.org/10.1109/INFORINO.2018.8581715>
- Fan, L., & Yang, W. (2021). *The Construction of a Mixed University English Teaching System Based on Artificial Intelligence Technology*. 1610-1613. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICISE-IE53922.2021.00356>
- Fernandes, M. A. C. (2016). Problem-based learning applied to the artificial intelligence course. *Computer Applications in Engineering Education*, 24(3), 388-399. Scopus. <https://doi.org/10.1002/cae.21717>
- Fonseca-Escudero, D., García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Molona-Carmona, R. (2023). *¿Qué viene la IA! ¿Estoy preparada/o?* <https://doi.org/10.5281/ZENODO.10050857>
- Gama, J. A. P. (2018). *Intelligent educational dual architecture for university digital transformation. 2018-October*. Scopus. <https://doi.org/10.1109/FIE.2018.8658844>
- Gama, J. A. P., Caro, R., Hernan, C., Alvarado, D. B., Gomez, C. L. C., Gomez, G. H., & Mena, A. M. (2016). *Work in progress—New education model based on competencies of higher education and iMIS with architectures. 10-13-April-2016*, 1065-1070. Scopus. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2016.7474685>
- García-Peñalvo, F. J., Izquierdo-Álvarez, V., Rodríguez-Conde, M. J., García-Catalán, J. F. y Manzanares-Serrano, J. R. (2020). Recomendaciones para los Estudiantes ante la Evaluación Online. Universidad de Salamanca. Salamanca, España: Grupo GRIAL. Disponible en <https://bit.ly/2yWhcBY>. doi:10.5281/zenodo.3874433
- García-Peñalvo, F. J. (2022). Desarrollo de estados de la cuestión robustos: Revisiones Sistemáticas de Literatura. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 23. <https://doi.org/10.14201/eks.28600>
- Ghnemat, R., Shaout, A., & Al-Sowi, A. M. (2022). Higher Education Transformation for Artificial Intelligence Revolution: Transformation Framework. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(19), 224-241. Scopus. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i19.33309>
- Gridchina, N., Savvina, N., & Zavyalov, S. (2023). *Topical Issues of the Use of Artificial Intelligence Technologies in Education and Law*. 8-11. Scopus. <https://doi.org/10.1109/TELE58910.2023.10184378>
- Hamzah, R. Y. (2020). The Response of Higher Education Institutions to Global, Regional, and National Challenges: The Transformation Plan of the University of Bahrain 2016–2021 as a Case Study. En *Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 177-187). Scopus. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85085198392&doi=10.1007%2f978-981-15-4276-3_11&partnerID=40&md5=ec623b9bb9d5449add9ea44a989a2e1f
- Han, K., & Zhang, L. (2021). *Exploration on the Path of Cultivating Innovative Talents under the Background of Intelligent Era*. 270-274. Scopus. <https://doi.org/10.1109/FoNeS-AIoT54873.2021.00062>
- He, J. (2021). *An Exploratory study on the application of artificial intelligence technology in the teaching of Japanese language in university*. 1454-1457. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICISE-IE53922.2021.00324>

- Hernández-León, N., y Miguel-Hernández, M. (2017). Caso de buenas prácticas en la formación en TICs y fomento de la competencia digital en la sociedad, y, especialmente, en los colectivos en riesgo de exclusión digital. *EDMETIC*, 6(2), 47. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i2.6341>
- Herzog, C., Leinweber, N.-A., Engelhard, S. A., & Engelhard, L. H. (2022). *Autonomous Ferries and Cargo Ships: Discovering Ethical Issues via a Challenge-Based Learning Approach in Higher Education*. 2022-November. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ISTAS55053.2022.10227124>
- Hosny, O., Barsoum, G., Darwish, A., & Hassanién, A. E. (2022). Science Education in Egypt—Intelligent Technology in Education Development. En *Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 23-41). Scopus. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85123426970&doi=10.1007%2f978-981-16-6955-2_3&partnerID=40&md5=833014d16c3445ba3490a6037d81ac1c
- Huang, X., Zou, D., Cheng, G., Chen, X., & Xie, H. (2023). Trends, Research Issues and Applications of Artificial Intelligence in Language Education. *Educational Technology and Society*, 26(1), 112-131. Scopus. [https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26\(1\).0009](https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26(1).0009)
- İşik, A. H., & Aslan, G. (2014). Review and proposal for intelligent distance education. En *Artificial Intelligence Applications in Distance Education* (pp. 95-109). Scopus. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84949570918&doi=10.4018%2f978-1-4666-6276-6.ch006&partnerID=40&md5=4a008ff37c23d83e065598bd61a10d66>
- Ivanov, S., & Soliman, M. (2023). Game of algorithms: ChatGPT implications for the future of tourism education and research. *Journal of Tourism Futures*, 9(2), 214-221. Scopus. <https://doi.org/10.1108/JTF-02-2023-0038>
- Jia, J., & He, Y. (2022). The design, implementation and pilot application of an intelligent online proctoring system for online exams. *Interactive Technology and Smart Education*, 19(1), 112-120. Scopus. <https://doi.org/10.1108/ITSE-12-2020-0246>
- Jingyi, Q., Hua, L., Xiu, C., & Wen, F. (2020). Explore and practice of china's intelligent "new engineering"—Based on the grounded theory. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(8), 632-640. Scopus. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.8.1436>
- Kadhim, M. K., & Hassan, A. K. (2020). Towards Intelligent E-Learning Systems: A Hybrid Model for Predicating the Learning Continuity in Iraqi Higher Education. *Webology*, 17(2), 172-188. Scopus. <https://doi.org/10.14704/WEB/V17I2/WEB17023>
- Kamalov, F., Santandreu Calonge, D., & Gurrib, I. (2023). New Era of Artificial Intelligence in Education: Towards a Sustainable Multifaceted Revolution. *Sustainability (Switzerland)*, 15(16). Scopus. <https://doi.org/10.3390/su151612451>
- Kandlhofer, M., Steinbauer, G., Hirschmugl-Gaisch, S., & Huber, P. (2016). *Artificial intelligence and computer science in education: From Kindergarten to university*. 2016-November. Scopus. <https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757570>
- Khan, Z. F., & Alotaibi, S. R. (2020). Design and implementation of a computerized user authentication system for e-learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(9), 4-18. Scopus. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i09.12387>
- Kiryakova, G., & Angelova, N. (2023). ChatGPT—A Challenging Tool for the University Professors in Their Teaching Practice. *Education Sciences*, 13(10). Scopus. <https://doi.org/10.3390/educsci13101056>

- Kose, U., & Arslan, A. (2017). Optimization of self-learning in Computer Engineering courses: An intelligent software system supported by Artificial Neural Network and Vortex Optimization Algorithm. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(1), 142-156. Scopus. <https://doi.org/10.1002/cae.21787>
- Koushik, S., & Patil, A. P. (2021). Adaptive content planning and delivery with assessment methodology using swarm intelligence on cloud computing. En *Handbook of Research on Developing a Post-Pandemic Paradigm for Virtual Technologies in Higher Education* (pp. 217-240). Scopus. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85128098795&doi=10.4018%2f978-1-7998-6963-4.ch011&partnerID=40&md5=89135fab64bd71609d47e9b17eb0919>
- Kuang, M., Cai, J., & Li, J. (2022). *Development of artificial intelligence system for ideological and political education in colleges and universities*. 235-238. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICEKIM55072.2022.00059>
- Kuo, C.-H., Nguyen, P. T.-T., & Wu, S.-L. (2023). *Teaching Artificial Intelligence in Mechanical Engineering to Cultivate Cyber-physical System Talents*. 2, 635. Scopus. <https://doi.org/10.1145/3587103.3594193>
- Lai, C., Gao, Q., Zheng, Z., Yuan, D., Zhou, B., & Hong, R. (2021). *Research on Head-Up and Down Behavior Computer Detection by Deep Learning and Artificial Intelligence*. 597-600. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICCASIT53235.2021.9633455>
- Leung, K.-K., Huang, W., Ho, J., Gu, J., Meng, Q., Zhang, R., Leung, K.-H., & Kwan, T. H. (2022). *An Inquiry-based Genomics Intelligent Tutoring System*. 25-30. Scopus. <https://doi.org/10.1109/TALE54877.2022.00013>
- Li, X., Ma, Z., Tu, Y., & Du, Y. S. (2021). *Study on the Application of Artificial Intelligence Technology in Empowering Education Taking «Intelligent Learning Partner» as an Example*. 1449-1453. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICISE-IE53922.2021.00323>
- Liguš, J., Ligušová, J., & Gazda, T. (2013). *Cooperation between industry and university based on the evaluation of the industrial research results in the academic environment*. 227-231. Scopus. <https://doi.org/10.1109/EAEIE.2013.6576535>
- Luo, X., & Xu, Z. (2022). *Research on system construction and its key technology of innovation and entrepreneurship education open sharing resource and cooperative education based on the cloud services*. 1-5. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICEKIM55072.2022.00008>
- Ma, J. (2021). Intelligent Decision System of Higher Educational Resource Data Under Artificial Intelligence Technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 130-146. Scopus. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i05.20305>
- Ma, N., & Yang, J. (2021). *The Application of Artificial Intelligence to Security Management at the Context of Higher Education in China*. 159-163. Scopus. <https://doi.org/10.1109/CIPAE53742.2021.00046>
- Matoušek, P., Ryšavý, O., & Burgetová, I. (2019). *Extending networking curriculum with applied artificial intelligence*. 29th Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering, EAEEIE 2019 - Proceedings. Scopus. <https://doi.org/10.1109/EAEIE46886.2019.9000455>
- Mehdipour, F., Pashna, M., & Mahanti, A. (2018). *A 3-Tier Solution for Facilitating STEM Education in Primary Schools*. 1-5. Scopus. <https://doi.org/10.1109/LaTICE.2018.00-15>

- Michel-Villarreal, R., Vilalta-Perdomo, E., Salinas-Navarro, D. E., Thierry-Aguilera, R., & Gerardou, F. S. (2023). Challenges and Opportunities of Generative AI for Higher Education as Explained by ChatGPT. *Education Sciences*, 13(9). Scopus. <https://doi.org/10.3390/educsci13090856>
- Min, L., Xie, H., Gu, X., & Hu, X. (2021). *Research and Discussion on Key Technologies of Lightweight Smart Campus Based on LAPP*. 191-194. Scopus. <https://doi.org/10.1109/IEIT53597.2021.00048>
- Moreno-Ger, P., & Burgos, D. (2021). Machine Learning and Student Activity to Predict Academic Grades in Online Settings in Latam. En *Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 243-257). Scopus. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85111661492&doi=10.1007%2f978-981-16-3941-8_13&partnerID=40&md5=3f3bf50613f2f8c7b949b0445baacdf0
- Munawar, S., Toor, S. K., Aslam, M., & Hamid, M. (2018). Move to smart learning environment: Exploratory research of challenges in computer laboratory and design intelligent virtual laboratory for eLearning technology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(5), 1645-1662. Scopus. <https://doi.org/10.29333/ejmste/85036>
- Nelekar, S., Abdulrahman, A., Gupta, M., & Richards, D. (2022). Effectiveness of embodied conversational agents for managing academic stress at an Indian University (ARU) during COVID-19. *British Journal of Educational Technology*, 53(3), 491-511. Scopus. <https://doi.org/10.1111/bjet.13174>
- Ni, L., Huang, Q., Ye, J., Hu, B., Zhang, N., Chang, X., & Su, Z. (2022). *Vocational Education Development Model Based on Intelligent Management System*. 76-79. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICEIT54416.2022.9690746>
- Nieto-Martín, S., & Rodríguez-Conde, M. J. (Eds.). (2009). *Investigación y evaluación educativa en la sociedad del conocimiento*. Ediciones Universidad Salamanca.
- Nikonova, E., Yakhyaeva, K., Pivkina, N., & Schetinina, A. (2023). Using Artificial Intelligence Tools in Teaching a Foreign Language in Higher Technical Institutions. *European Journal of Contemporary Education*, 12(2), 578-589. Scopus. <https://doi.org/10.13187/ejced.2023.2.578>
- Olmos-Migueláñez, S., y Rodríguez-Conde, M. J. (2012). Perspectiva tecnológica de la evaluación educativa en la Universidad. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 23(1), 131-157. <https://doi.org/10.14201/8581>
- Perez Gama, J. A., Vega Vega, A., & Neira Aponte, M. (2018). *University digital transformation intelligent architecture: A dual model, methods and applications. 2018-July*. Scopus. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.274>
- Pérez Gama, J. A., Vega Vega, A., Perez Gutierrez, B. A., & Franco Rubio, J. P. (2017). *Intelligent higher education model based on competences and architectures for the Colombian post-conflict ,m. 2017-July*. Scopus. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2017.1.1.117>
- Pillay, N., Maharaj, B. T., & Eeden, G. V. (2018). *AI in engineering and computer science education in preparation for the 4th industrial revolution: A South African perspective*. 2018 World Engineering Education Forum - Global Engineering Deans Council, WEEF-GEDC 2018. Scopus. <https://doi.org/10.1109/WEEF-GEDC.2018.8629703>
- Pino-Varela, J. (2022). Validación del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) para medir la competencia digital en estudiantes de Educación Primaria. EDMETIC,

- Revista de Educación Mediática y TIC, 11(1), art.6.
<https://doi.org/10.21071/edmetic.v11i1.13508>
- Pinto, C., Nicola, S., Mendonça, J., & Velichová, D. (2019). *Best teaching practices in the first year of the pilot implementation of the project DrIVE-MATH*. 38, 154-166. Scopus. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrz004>
- Ren, Q., & Weng, W. (2019). *Research on the Training Method of Accounting Professionals in the Era of Artificial Intelligence*. 298-300. Scopus. <https://doi.org/10.1109/CSEI47661.2019.8938947>
- Subashini, P., Krishnaveni, M., Dhivyaprabha, T. T., Preethi, B., Hayar, A., Elhanafi, M. E., Joundi, M., & Kheddioui, E. (2019). *Personalized elearning open platform for alphabetization awareness in rural areas of Morocco*. 22-29. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ISC246665.2019.9071720>
- Tapalova, O., & Zhiyenbayeva, N. (2022). Artificial Intelligence in Education: AIED for Personalised Learning Pathways. *Electronic Journal of e-Learning*, 20(5), 639-653. Scopus. <https://doi.org/10.34190/ejel.20.5.2597>
- Verdejo, Á., Espinilla, M., López, J. L., & Jurado, F. (2022). Assessment of sustainable development objectives in Smart Labs: Technology and sustainability at the service of society. *Sustainable Cities and Society*, 77. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103559>
- Villegas-Ch, W., Palacios-Pacheco, X., & Lujan-Mora, S. (2019). *Artificial intelligence as a support technique for university learning*. EDUNINE 2019 - 3rd IEEE World Engineering Education Conference: Modern Educational Paradigms for Computer and Engineering Career, Proceedings. Scopus. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE.2019.8875833>
- Wang, G. (2023). *Research on risk evaluation method of dynamic training of ideological and political education based on machine learning*. 190-193. Scopus. <https://doi.org/10.1109/BDICN58493.2023.00047>
- Wang, S., Wang, H., Jiang, Y., Li, P., & Yang, W. (2021). Understanding students' participation of intelligent teaching: An empirical study considering artificial intelligence usefulness, interactive reward, satisfaction, university support and enjoyment. *Interactive Learning Environments*. Scopus. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2012813>
- Wang, X. (2022). Influences of Learning Emotion on Learning Outcome in Online Teaching Mode. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(8), 126-139. Scopus. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i08.30459>
- Weragama, D., & Reye, J. (2014). Analysing student programs in the PHP intelligent tutoring system. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(2), 162-188. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s40593-014-0014-z>
- Wu, J. (2022). *Quality Evaluation Model of Artificial Intelligence General Education Online Course Based on AI Algorithm*. 129-133. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICENIT57306.2022.00035>
- Xie, T. (2021). *Research on the Development of University Innovation and Entrepreneurship Education under the Background of Big Data*. 35-38. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICBDIE52740.2021.00016>
- Xu, M., Liu, D., & Zhang, Y. (2022). Design of Interactive Teaching System of Physical Training Based on Artificial Intelligence. *Journal of Information and Knowledge Management*, 21. Scopus. <https://doi.org/10.1142/S0219649222400214>

- Yang, C., Huan, S., & Yang, Y. (2020). A practical teaching mode for colleges supported by artificial intelligence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(17), 195-206. Scopus. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i17.16737>
- Yang, Q.-F., Lian, L.-W., & Zhao, J.-H. (2023). Developing a gamified artificial intelligence educational robot to promote learning effectiveness and behavior in laboratory safety courses for undergraduate students. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00391-9>
- Yigit, T., Koyun, A., Yuksel, A. S., Cankaya, I. A., & Kose, U. (2014). An example application of an artificial intelligence-supported blended learning education program in computer engineering. En *Artificial Intelligence Applications in Distance Education* (pp. 192-210). Scopus. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84949599416&doi=10.4018%2f978-1-4666-6276-6.ch012&partnerID=40&md5=06f05bb8f5c238c8e929475d8db3eba2>
- Yin, N. (2021). *The Reform and Development of Physical Education in Colleges and Universities in the Era of Artificial Intelligence*. 1441-1444. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ICISE-IE53922.2021.00321>
- Zhang, Y., Wu, Y., Zheng, M., Lin, X., & Zhang, Y. (2019). *He Innovative Education of «Smart Finance» under the Promotion of Educational Informationization*. BESC 2019 - 6th International Conference on Behavioral, Economic and Socio-Cultural Computing, Proceedings. Scopus. <https://doi.org/10.1109/BESC48373.2019.8963551>
- Zhao, Y. (2021). *Application Research on the cultivation and construction of artificial intelligence innovation and entrepreneurship ability in the era of educational informatization 2.0*. 316-320. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ITEI55021.2021.00079>
- Zhu, W., Marquez, A., & Yoo, J. (2015). “Engineering Economics Jeopardy!” Mobile App for University Students. *Engineering Economist*, 60(4), 291-306. Scopus. <https://doi.org/10.1080/0013791X.2015.1067343>