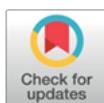




PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EDUCACIÓN: UN ANÁLISIS CIENCIOMÉTRICO

SCIENTIFIC PRODUCTION ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATION: A SCIENTOMETRIC ANALYSIS

PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO: UMA ANÁLISE CIENTOMÉTRICA



Azahara Casanova Pistón

Autora de correspondencia

Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, España

<https://orcid.org/0000-0003-3483-8525>

azahara.casanova@ucv.es

Mónica Martínez Domínguez

Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, España

<https://orcid.org/0009-0004-3692-6400>

monica.mdominguez@ucv.es

Recibido: 11/12/2023 Revisado: 30/01/2024 Aceptado: 08/02/2024 Publicado: 01/03/2024

Resumen: Se propone un análisis cientométrico de la base de datos Web Of Science, que permitirá conocer el estado de la cuestión del binomio Inteligencia Artificial-educación. La metodología tuvo en cuenta cinco etapas: recopilación, extracción, análisis, visualización e interpretación. La muestra ha estado compuesta por todas las producciones científicas desde la primera aparición de la relación de los términos hasta 2022, con un total de 979 documentos. El análisis se centró en la cronología, la cronología por tipo de documento, la producción geográfica, editorial, institucional e idiomática de las indexaciones referidas a artículos, revisiones y actas de congresos además de analizarse el cumplimiento de varias leyes de producción científica: ley de crecimiento exponencial(Price, 1963), ley de productividad de los autores (Lotka,1926) y ley de dispersión(Bardford,1985). De los resultados se destaca que la producción se encuentra en fase exponencial, que existe un alto porcentaje de investigación independiente carente de apoyo institucional o que los registros sobre la temática cumplen con varias leyes de producción científica. Esto permitirá una primera aproximación para la identificación de tendencias y la posterior toma de decisiones fundamentada en datos con el fin de proseguir o descartar la apertura de diversas líneas teóricas y empíricas de investigación.

Palabras claves: Inteligencia Artificial; Educación; Tendencias de la investigación; Indexación; Análisis cuantitativo.

Abstract: A scientometric analysis of the Web Of Science database is proposed, which will allow us to know the state of the art of the artificial intelligence-education binomial. The methodology took into account five stages: collection, extraction, analysis, visualisation and interpretation. The sample consisted of all scientific productions from the first appearance of the list of terms until 2022, with a total of 979 documents. The analysis focused on chronology, chronology by type of document, geographical, editorial, institutional and linguistic production of indexes referring to articles, reviews and conference proceedings, as well as analysing compliance with various laws of scientific production: law of exponential growth (Price, 1963), law of author productivity (Lotka, 1926) and law of dispersion (Bradford, 1985).. The results show that production is in an exponential phase, that there is a high percentage of independent research lacking institutional



support and that the records on the subject comply with several laws of scientific production. This will allow a first approximation for the identification of trends and subsequent decision-making based on data in order to continue or discard the opening of various theoretical and/or empirical lines of research.

Keywords: Artificial Intelligence; Education; Research Trends; Indexing; Quantitative Analysis.

Resumo: Propõe-se uma análise cientométrica do banco de dados Web Of Science, que nos permitirá conhecer o estado da arte do binômio inteligência artificial-educação. A metodologia levou em conta cinco etapas: coleta, extração, análise, visualização e interpretação. A amostra foi composta por todas as produções científicas desde a primeira aparição da lista de termos até 2022, com um total de 979 documentos. A análise se concentrou na cronologia, cronologia por tipo de documento, produção geográfica, editorial, institucional e linguística de índices referentes a artigos, resenhas e anais de congressos, além de analisar a conformidade com várias leis de produção científica: lei do crescimento exponencial (Price, 1963), lei da produtividade dos autores (Lotka, 1926) e lei da dispersão (Bradford, 1985). Os resultados mostram que a produção está em uma fase exponencial, que há uma alta porcentagem de pesquisas independentes sem apoio institucional e que os registros sobre o assunto estão em conformidade com várias leis de produção científica. Isso permitirá uma primeira aproximação para a identificação de tendências e posterior tomada de decisões com base em dados, a fim de dar continuidade ou descartar a abertura de várias linhas de pesquisa teóricas e/ou empíricas.

Palavras-chave: Inteligência artificial; Educação; Tendências de pesquisa; Indexação; Análise quantitativa.

Cómo citar este artículo: Casanova Pistón, A. y Martínez Domínguez, M. (2024). Producción científica sobre Inteligencia Artificial y educación: un análisis cientométrico. *Hachetetepe. Revista científica en Educación y Comunicación*, (28), 1-23. <https://doi.org/10.25267/Hachetepe.2024.i28.1102>

1. INTRODUCCIÓN

La Inteligencia Artificial (IA) es un campo de estudio que está transformando la forma en la que se interactúa, se comprende y se usa la tecnología. En la Conferencia Dartmouth se inició la investigación en este campo y fue ahí donde se sentaron las bases conceptuales y metodológicas para el desarrollo de sistemas capaces de simular procesos cognitivos (McCarthy et al., 2006).

Esto tiene un impacto innegable en el aprendizaje. De ahí que la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organización (UNESCO) señale su potencial como recurso de alto valor para enfrentarse a los retos educativos actuales, así como para la implementación de prácticas innovadoras en el aula (2022).

En la actualidad es notorio que la IA ha transformado la forma de aprender y de enseñar abriendo con ello un sinfín de posibilidades y desafíos (González, 2023; Roll y Wylie, 2016). Ejemplos claros de su aplicabilidad en el campo de la educación son: los sistemas de tutoría inteligente, donde puede adoptar diversos roles para una educación de calidad en línea (Aparicio-Gómez; Flores-Vivar et al., 2023) la personalización del aprendizaje, el análisis de datos (Berland et al., 2014), la potente IA generativa (García-Peñalvo et al., 2024; Solís et al., 2023) o, más recientemente, la denominada Inteligencia Artificial interactiva.

Sin embargo, más allá de las posibilidades, es necesario el abordaje de cuestiones éticas y desafíos que se atisban. La seguridad de su buen uso, (García-Peña et al., 2020) a garantía de la privacidad de los datos o el reto de evitar las desigualdades en el acceso



a la educación (Holmes et al., 2020) son desafíos inminentes. Además, desde el Consenso de Beijing sobre la IA en educación (UNESCO, 2019) esta irrupción de sistemas de IA, capaces de generar contenido automático, han conducido a la comunidad educativa a debates sobre la calidad de la educación, la ética de su uso (Akgun y Greenhow, 2022; Nguyen et al., 2023) o el riesgo que supone para la investigación su entrenamiento con datos sesgados (Galdames, 2023). También se han propuesto indicadores para su aplicación en todos sus ámbitos de intervención o participación (So y Ahn, 2022).

Sea como fuere, esta nueva forma de inteligencia no deja de ser una herramienta más que intenta dar respuesta a necesidades educativas actuales como el fomento de las Competencias Digitales y el desarrollo de la creatividad como habilidad esencial en el siglo XXI. Dawson et al. (2023) consideran que uno de los escenarios importantes que plantea la IA supone la recreación de un panorama educativo totalmente nuevo. Y dentro de este nuevo sistema se ha de focalizar en el pensamiento creativo y la resolución de problemas como factores de alto valor que podrían verse reforzados con el empleo de la IA. Por este motivo, debería considerarse como un apoyo para el progreso de dichas competencias en los estudiantes ya que puede optimizar procesos, reformular metodologías y crear entornos educativos personalizados ajustados a cada estudiante (Aparicio-Gómez, 2023; Parra-Sánchez, 2022) al igual que aportar información valiosa para agentes de decisión porque permite analizar el rendimiento académico, los patrones de aprendizaje o las áreas a mejorar (Bonam et al., 2020).

Gracias al interés que la IA ha suscitado es necesario saber en qué punto se encuentra la investigación de ésta en su relación con la educación. Para ello se propone un análisis cuantitativo preliminar que reconozca las tendencias de investigación y cuya finalidad no es otra que la de medir y analizar datos sondeables sobre una temática para conocer el estado de la cuestión y facilitar la toma de decisiones estratégicas fundamentadas (Arencibia et al., 2008; Callon et al., 1995). Ese análisis cuantitativo se realizará en una base de datos, la Web of Science (WOS), reconocida por su enfoque de clasificación e indexación académico, riguroso, multidisciplinario y robusto que ofrece un rango diverso de registros analizables.

El interés para la elaboración de un estudio de estas características surgió de una pregunta de investigación que remite a un interés primigenio: ¿Cuál es el estado de la cuestión de producción científica sobre Inteligencia Artificial y educación existente en la base de datos WOS?

El objetivo general del presente trabajo de investigación será: realizar un análisis cuantitativo actual sobre la Inteligencia Artificial y la educación en la base de datos WOS. De esta forma, se contestará a la pregunta de investigación sobre el estado de la cuestión para la posterior consecución optimizada de estudios teóricos o empíricos en el ámbito educativo.

Para poder ejecutar el objetivo general se proponen varios objetivos específicos (OE):

- OE.1 Elaborar un análisis de la productividad cronológica sobre Inteligencia Artificial en educación y en las categorías educativas para comprobar el cumplimiento de la ley de productividad exponencial (Price, 1963).
- OE.2 Analizar la producción de literatura científica sobre la temática en cuestión en referencia a la zona geográfica.
- OE.3 Analizar la producción editorial sobre la temática del presente artículo en la base de datos WOS.

- OE.4 Elaborar un análisis sobre los registros acerca de IA en educación según la entidad financiadora e institucional.
- OE.5 Elaborar un análisis sobre el idioma de publicación de producción de literatura científica mundial sobre la materia.
- OE.6 Elaborar un análisis sobre la ley de dispersión de la literatura científica (Bradford, 1985).
- OE.7 Analizar el cumplimiento de la ley de productividad de los autores (Lotka, 1926).

Los resultados de este análisis cuantitativo se muestran partiendo de la fundamentación teórica detallada en la introducción para proseguir con la descripción de la metodología de investigación utilizada y ofreciendo el análisis detallado de los resultados y su posterior discusión. Finalmente, en el apartado de las conclusiones se ofrecerán los hallazgos más relevantes, los límites encontrados, así como las futuras líneas de investigación a seguir.

2.METODOLOGÍA

Un análisis cuantitativo propone unos indicadores que facilitan el estudio actual de un tema concreto siendo abundantes en la literatura científica educativa reciente (Fernández-Cano y Fernández-Guerrero, 2022; Gómez et al., 2019; Calzadilla-Pérez, 2023; Fernández y Padial, 2018; Cardona-Román y Sánchez-Torres, 2017).

Con el objetivo de llegar a cuantificar los registros relacionados con la IA y la educación en la base de datos de estudio, se utilizaron y se adecuaron los pasos indicados por Michán y Muñoz-Velasco (2013) así como la adaptación del diagrama de flujo de trabajo de la declaración PRISMA (Page et al., 2021) organizando el trabajo finalmente en 5 fases:

1. Recopilación: en esta fase se seleccionan las fuentes, se eligen los recursos y se lleva cabo la indagación y cribado de información.
2. Extracción: Finalizada la fase anterior, se procede a recopilar los datos más relevantes procediendo a limpiar y refinarlos.
3. Análisis: En esta fase, se realizan los análisis descriptivos pretendidos del estudio cuantitativo.
4. Visualización: se aportan los parámetros y representaciones visuales relacionados con el estudio.
5. Interpretación: Se describen, comparan y contextualizan los resultados obtenidos.

2.1.Muestra

La muestra fue por conveniencia y se compuso de la totalidad de la producción de literatura científica relacionada con la Inteligencia Artificial y la educación disponible en abierto, indexada en la colección principal de la WOS hasta 2022, en todas sus ediciones excepto IC, CCR-EXPANDED, BKCI-S y dentro de las categorías Educational & Educational Research, Education Scientific Disciplines, Social Sciences Interdisciplinary, Humanities Multidisciplinary, Psychology Educational y Education Special.

Este enfoque garantiza la delimitación concreta de la temática de interés según nuestra línea de investigación. Por ello, La muestra final se compone de un total de 979 registros en la WOS sobre los conceptos de Inteligencia Artificial y educación disponible en abierto.

2.2.Procedimiento

Para llevar a cabo el análisis se procedió siguiendo diversas fases:

En un primer momento, se planteó la pregunta de investigación y se formularon los objetivos, tanto el general como los específicos.

En la fase 1 de recopilación, se inició una búsqueda en la base de datos WOS con el propósito de obtener el panorama preliminar cuantitativo de los registros indexados relacionados con la Inteligencia Artificial y la educación.

Para la criba de resultados se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

Los criterios de inclusión fueron:

- Que la producción científica estuviese contemplada en la colección principal de la WOS.
- Que la producción científica contabilizara desde que se conocieran registros hasta el año 2022 (inclusive).
- Que la producción científica indexada estuviese disponible en abierto.

Como criterios de exclusión se consideraron los siguientes ítems:

- Que los registros fueran posteriores a 2022.
- Que la producción científica estuviese contenida en las ediciones IC, CCR-EXPANDED, BKCI-S

Se utilizaron los conceptos o palabras clave: Artificial Intelligence y Education en cualquiera de los campos de registro. La cadena de búsqueda utilizada se detalla a continuación:

Artificial Intelligence (All Fields) and Education (All Fields) and Open Access and 2024 or 2023 (Exclude – Publication Years) and Education Educational Research or Education Scientific Disciplines or Social Sciences Interdisciplinary or Humanities Multidisciplinary or Psychology Educational or Education Special (Web of Science Categories).

En un segundo momento, o fase de extracción y tras la criba y aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, la búsqueda arrojó 979 resultados. Aquí se decidió focalizar parte del análisis en registros del tipo artículos, revisiones y actas de congresos siendo un total de 938 registros acotados. En esta fase también se decidieron los indicadores analizables. Se procedió a la descarga en un documento de Excel de la matriz de datos atendiendo a los datos bibliográficos básicos que ofrece WOS para su filtración y limpieza de duplicados teniendo en cuenta las herramientas de análisis inteligente. Se utilizó la funcionalidad de análisis de datos de WOS, además de las herramientas de análisis de datos con Inteligencia Artificial y Power Query disponible en la hoja de cálculo de Excel 2019. Esto último para tablas dinámicas avanzadas.

Ya en la fase 3 o fase de análisis, se tuvieron en cuenta los indicadores seleccionados como la producción temporal, la producción por tipo de documento y fecha de publicación, así como la distribución geográfica, editorial, institucional e idiomática. Además, se examinó si la temática cumplía con varias leyes bibliográficas como la ley de crecimiento exponencial de las producciones científicas (Price, 1963), la ley de la dispersión de literatura científica (Bradford, 1985) y finalmente, la ley de distribución de productores científicos (Lotka, 1926).

En la fase 4 o de visualización, la información obtenida se estructuró en una matriz de datos y permitió la elaboración de los gráficos informativos y las tablas que se aportan, necesarios para la interpretación de los datos obtenidos.

Finalmente, en la fase 5 o de interpretación, se describieron los resultados y se interpretaron los datos obtenidos para verificar su encaje en patrones científicos. En esta fase también se procedió a la discusión sobre los hallazgos permitiendo realizar inferencias plausibles (Gingras, 2016) así como la consecución de los objetivos. Proceso que culminaría con las conclusiones necesarias haciendo hincapié en los hallazgos más relevantes para iniciar el proceso de toma de decisiones.

3.RESULTADOS

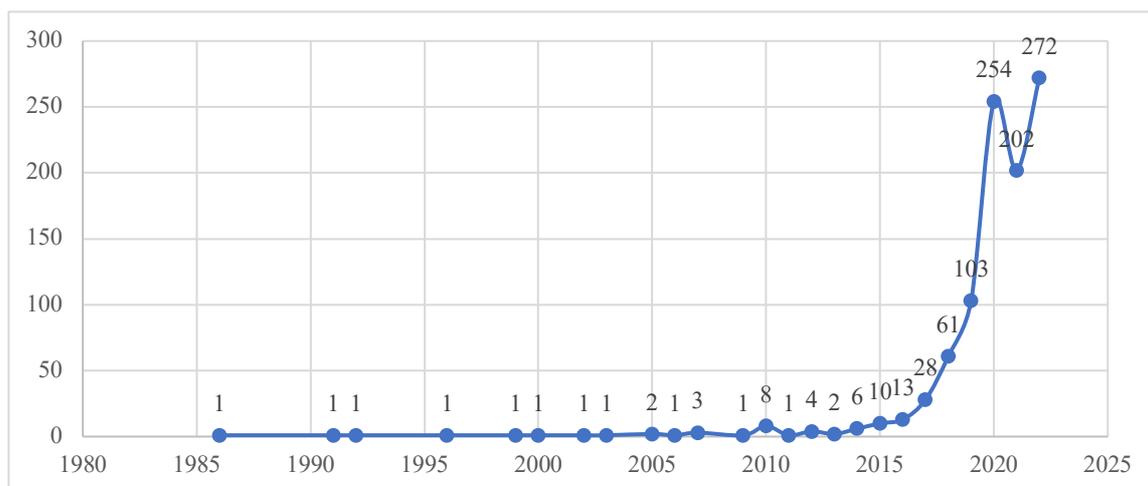
Con la finalidad de facilitar la lectura, así como de cumplir los objetivos específicos se presentan los resultados y su análisis.

3.1.Producción cronológica

La producción de literatura científica general (artículos, artículos de revisión, actas, libros, capítulos de libros, correcciones, reseñas bibliográficas, cartas y artículos de software) acerca de la temática en cuestión asciende a un total de 979 registros hasta 2022 —Figura 1—:

Figura 1

Producción de literatura científica total en WOS sobre IA y educación hasta 2022



Fuente: Elaboración propia

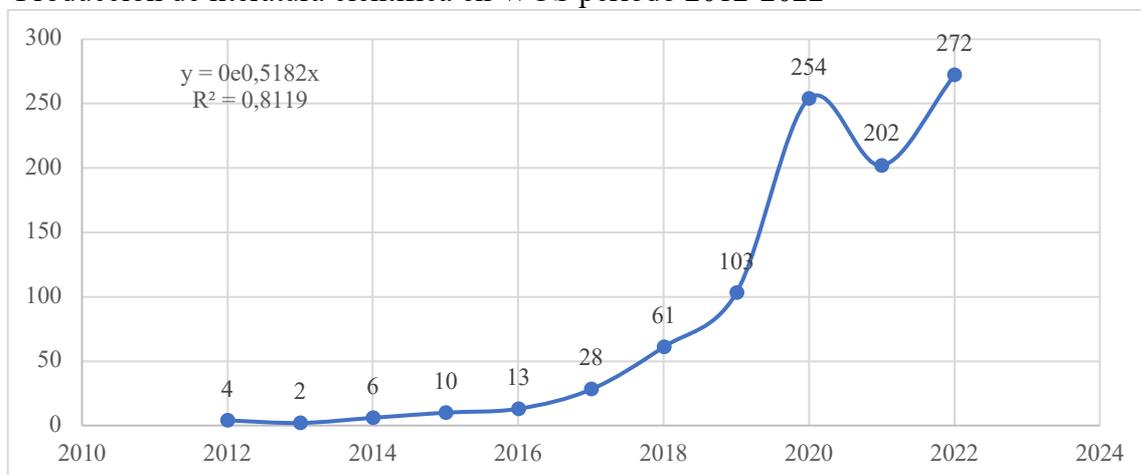
Se puede observar que, desde el primer registro sobre la materia educación e IA en 1985 hasta 2003 solo hubo un 0,10 % (1) de presencia de literatura científica registrada en WOS. A partir de 2004 y hasta 2014 la presencia registral no superará el 1 % (1-8). Desde 2015 los registros comienzan a ascender hasta llegar al máximo registrado siendo 27,78 % (272) del total en 2022.

En la figura 2 se analizará si los registros en WOS cumplen la ley de crecimiento exponencial sobre la materia de interés.

La ley Price o ley de crecimiento exponencial (1963) avala que la producción de literatura científica acerca de un tema sufre un ascenso exponencial de desarrollo cada diez o quince años.

Figura 2

Producción de literatura científica en WOS período 2012-2022



Fuente: Elaboración propia

Aplicando la fórmula para su cumplimiento se observa que es así: $NF = N_0 e^{rt}$. NF es la población esperada en fecha final (X), N0 la población existente en la fecha inicial (1), e, es la base exponencial fija cuyo valor es invariable (2,718281828), r, la tasa de crecimiento (0,5182) y t, el tiempo transcurrido desde la fecha inicial a la fecha final en años (10). Para corroborar que se cumple la ley de crecimiento exponencial, el resultado esperado de registros en dicho período sobre la materia de estudios en WOS era de 178,03. Los datos avalan que se superó ese número ya en el año 2020 con 254 producciones científicas (25,94 % en dicho período y 26,60 % de la producción total). Aunque en 2021 sufrió un descenso considerable con 202 registros (21,15 % del período y 20,63 % de la producción total) en 2022 las producciones científicas ascendieron a 272 registros acerca de la temática (28,48 % del período analizado y el 27,78 % de la producción total sobre IA y educación).

3.1.1. Producción cronológica por tipo de documento

En este apartado se procede a un análisis preliminar de los datos obtenidos desglosándolos por tipo de documento.

Del total de los registros cribados (979) hasta 2022 —Tabla 1—, se pueden obtener un total de 52,40 % (513) de tipo artículo. El 37,99 % (372) se han clasificado como actas de congresos, siendo el 5,41 % (53) artículos de revisión y el 2,86 % (28) material editorial. Por otro lado, a los capítulos de libros les corresponde el 1,63 % (16) del total. Por debajo del uno por ciento, se encuentran artículos de acceso anticipado el 0,81 % (8), correcciones con el 0,51 % (5), reseñas bibliográficas y cartas, el 0,30 % respectivamente (3 c/u) o libros con el 0,20 % (2). Finalmente, a los artículos informativos o reseñas de software les corresponde el 0,10 %, respectivamente (1 c/u).

Tabla 1

Registro de producción científica sobre IA y educación en WOS hasta 2022

Tipos de documentos	Número de registros
Artículo	513
Acta	372
Artículo de revisión	53
Material editorial	28
Capítulos de libros	16
Acceso anticipado	8
Corrección	5
Reseña bibliográfica	3
Carta	3
Libro	2
Artículo informativo	1
Reseña de software	1

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, se verá que el análisis queda acotado a publicaciones tipo artículo, revisiones y actas de conferencias.

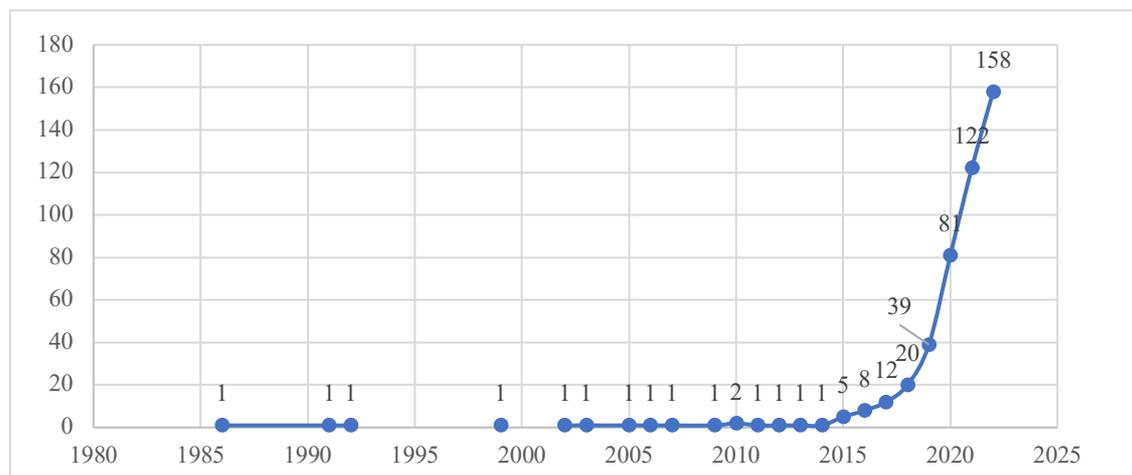
Este estudio se centra en aquellas tipologías que tuviesen producción suficiente como para realizar un análisis atendiendo a la ley de crecimiento exponencial, pero también la necesidad de reducirlo a las publicaciones de rigor y aseguramiento de la calidad científica que conllevan estos registros ya que están sometidos a una criba rigurosa y un cumplimiento de ítems estandarizados y de reconocimiento por parte de la comunidad investigadora en su conjunto.

a) Artículos

Respecto a la publicación de artículos —Figura 3— se observa que no supera la barrera de los cien registros anuales hasta el año 2021, suponiendo ello el 12,46 % (122) de la producción de literatura científica total. En el año 2022 ese porcentaje aumenta a 16,14 % (158) del total de registros de la temática de estudio en WOS.

Figura 3

Registros totales tipo artículo en WOS hasta 2022



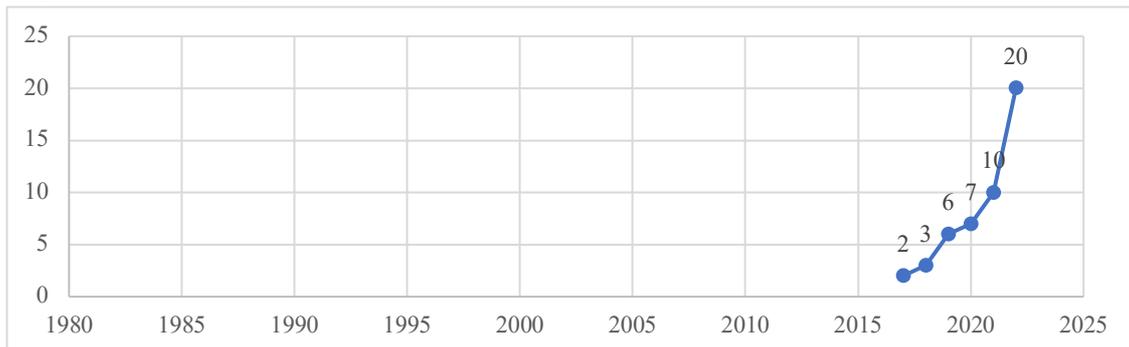
Fuente: Elaboración propia

b) Revisiones

Respecto de artículos tipo revisiones —Figura 4—, en la gráfica se visualiza que el porcentaje de publicaciones registradas de esta tipología son inexistentes hasta 2017, año en el que el porcentaje asciende al 0,20 % (2) llegando al 2,04 % (20) de producción de esta tipología específica en 2022 sobre IA y educación en la base de datos WOS.

Figura 3

Registros totales tipo revisiones en WOS hasta 2022



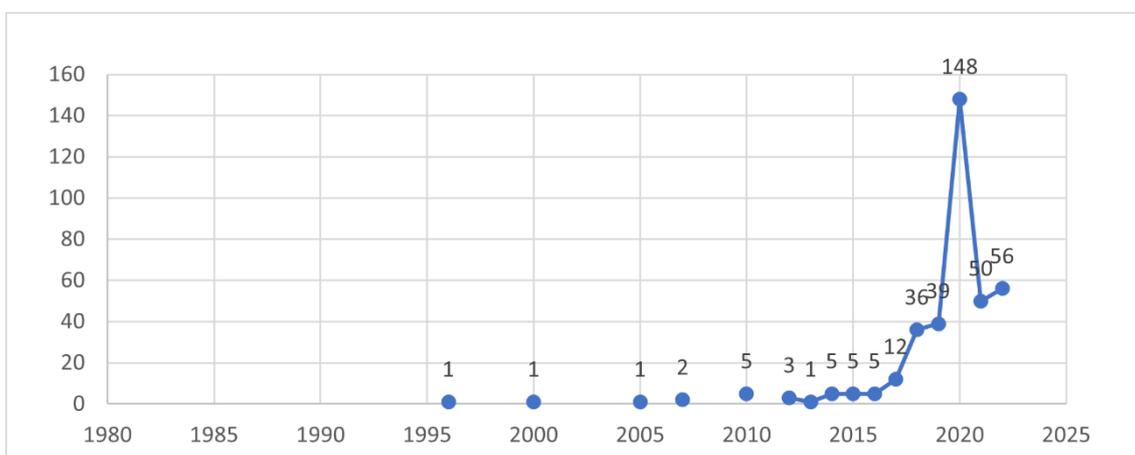
Fuente: elaboración propia

c) Actas de conferencias

Respecto a la producción de actas de conferencias —Figura 5—, como se muestra en la gráfica, el primer registro que trató el tema en cuestión sucedió en el año 1996, suponiendo el 0,10 % de producción de la temática en cuestión. Aparece de forma intermitente esta tipología de documentación hasta el año 2012, donde se inicia el registro anual ininterrumpido de participaciones en conferencias con el 0,30 % (3) del total, y alcanza un máximo de 15,11 % (148) de registros en 2020. Este tipo de producción descendió a 5,10 % (50) en 2021 respecto de la producción total registrada hasta 2022 que se mantuvo más o menos en el mismo porcentaje con 5,72 % (56) registros.

Figura 4

Registros totales Actas de conferencia en WOS hasta 2022



Fuente: Elaboración propia

3.2. Producción geográfica

Respecto a la producción de literatura científica en abierto y por país —Tabla 2—, se distribuyen los 979 registros en un total de 85 países hasta 2022. Es notable la publicación científica acerca de educación e IA en WOS en Estados Unidos, suponiendo un total del 20,42 % (200) de la productividad total científica en referencia a dicha temática. Le sigue Inglaterra con un total del 13,58 % (133) de producción y la República popular de China con un 11,33 % (111). Por debajo de cien publicaciones, desde que existen registros, se encuentran el resto de los países. Es necesario destacar, que un 0,51 % de publicaciones registradas en WOS provienen de identificación geográfica desconocida.

Tabla 2

Producción científica sobre IA y educación en WOS hasta 2022

Países	Registros
Estados Unidos	200
Inglaterra	133
República popular de China	111
Registros sin datos de localización	5

Fuente: Elaboración propia

3.3. Producción editorial

Durante el análisis se encontraron 149 editoriales que registran publicaciones en referencia a IA y educación con contenido disponible en abierto —Tabla 3—. Destacando, por encima de todas, la editorial Springer Nature con el 33,81 % (331) de producción de literatura científica registrada en WOS. En segundo lugar, Elsevier e IEEE con un total de 4,8 % (47) registros cada una. Seguida muy de cerca por Taylor & Francis con el 4,49 % (44), mientras que Wiley (4,2 %), MDPI (4,2 %), Kassel University Press (3,57 %) o Sage (3,47 %) no superan las 40 publicaciones por editorial. Es necesario hacer notar la existencia de un nutrido grupo de editoriales (79) con tan solo una publicación sobre la temática (0,10 %).

Tabla 3

Producción científica por editorial sobre IA y educación en WOS hasta 2022

Editoriales	Registros
Springer Nature	331
Elsevier	47
IEEE	47
Taylor & Francis	44
Wiley	42
Mdpi	38
Kassel Univ Press Gmbh	35
Sage	34

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Producción institucional

Respecto a la producción institucional, de un total de 514 instituciones implicadas en proyectos cuya temática de interés sea la IA y educación, se destaca de forma específica que el apoyo institucional es desconocido o inexistente en el 56,48 % de los casos. De los registros que fueron avalados por instituciones, sobresalen en los primeros puestos, con un 6,02 % (59) registros, la National Science Foundation (NSF), con el 2,65 % (26) la Unión Europea (UE), la National Natural Science Foundation of China (NSFC) con el 2,55 % (25) y el Gobierno de España con el 2,04 % (20). Igualmente llama la atención, que un gran número de entidades financiadoras (430) solo han contribuido con una publicación o aportación sobre la temática analizada suponiendo el 0,10 % cada una del total de los registros de producción de literatura científica al respecto del tema de interés.

Tabla 4

Producción científica de IA y educación por entidades financiadoras en WOS

Entidades financiadoras	Registros
National Science Foundation (NSF)	59
European Union (EU)	26
National Natural Science Foundation Of China (NSFC)	25
Spanish Government	20
Registros sin datos en el campo que se está analizando	553

Fuente: Elaboración propia

3.5. Producción idiomática

Respecto de la producción idiomática —Tabla 5—, se repara en que la gran mayoría de producción sobre IA y educación es en inglés con el 95,81 % (938) posiblemente debido a que es éste, el idioma por antonomasia en la producción de literatura científica mundial. Le sigue la producción sobre la temática en español con el 2,24 % (22). Por debajo de 10 registros se encuentran el resto de los idiomas: ruso (0,71 %), portugués (0,61 %) y ucraniano (0,20 %). Con tan solo el 0,10 % (1) respectivamente el chino, francés, letón y turco.

Tabla 5

Producción de literatura científica sobre IA y educación por idioma en WOS

Idiomas	Registros
Inglés	938
Español	22
Ruso	7
Portugués	6
Ucraniano	2
Chino	1
Francés	1
Letón	1
Turco	1

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Producción de literatura científica según ley Bradford

La ley de dispersión de la productividad científica (Bradford, 1985) establece que existe una distribución desigual de publicaciones acerca de una temática de investigación. Esto quiere decir que, la mayor parte de publicaciones quedan acotadas a un pequeño número de revistas científicas. Esto puede ayudar a identificar los núcleos de revistas especializadas.

Aunque, esta ley no tiene en cuenta la frecuencia ni el período de publicación, sigue siendo un método reconocido para analizar y clasificar las revistas y congresos (Cobos et al., 2021; Parra-González y Segura-Robles, 2019) y puede ser útil para la identificación de aquellas que más interés muestran sobre la temática, ayudando a la toma de decisiones estratégicas posteriores a la hora de dirigir las aportaciones a unas u otras.

Así, las zonas de Bradford se identifican en tres: núcleo, zona 2 y zona 3, dependiendo de la especialización de mayor a menor. El cálculo se determina dividiendo el total de artículos que se publican de la temática analizada por tres. El resultado determinará en qué zona están las revistas que realizan publicaciones sobre IA y educación.

Como se puede observar en la tabla 6, en la zona núcleo se encuentra un pequeño porcentaje de las revistas interesadas en la publicación de artículos disponibles en abierto sobre la materia de estudio con un 1,83 % (9). En la zona de especialización media se encontraría un porcentaje bajo, el 9,74 % (48), concentrándose la mayoría de los registros en zona de baja especialización con el 30,63 % (151).

De esta manera, de las revistas en abierto que forman parte del núcleo, la International Journal Of Emerging Technologies in Learning encabeza la producción de artículos (40) sobre la temática —Tabla 6—:

Tabla 6

Reparto de revistas productoras según las zonas de Bradford. Artículos.

Zona	N.º Revistas	% Revistas	Artículos	% Artículos
Núcleo	9	1,83	162	32,86
Zona 2	48	9,74	163	33,06
Zona 3	151	30,63	164	33,27

Revistas que forman parte del núcleo	
Revistas	N.º Artículos
<i>International Journal Of Emerging Technologies In Learning</i>	40
<i>Education Sciences</i>	31
<i>Frontiers In Education</i>	21
<i>Education and information technologies</i>	18
<i>International Journal Of Educational Technology In Higher Education</i>	12
<i>British Journal Of Educational Technology</i>	11
<i>BMC Medical Education</i>	10
<i>IEEE Transactions On Learning Technologies</i>	10
<i>Computers & Education</i>	9

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, en referencia a las revisiones, en la tabla 7 se muestra que el porcentaje de revistas respecto del total que se encuentran indexadas en la base de datos WOS clasificadas con esta tipología de artículos de revisión en abierto, el 11,76 % (4) se centra en la zona núcleo. En la zona media se encuentran un total de 26,47 % (9) revistas y en la zona de baja especialización se ubica el 50 % (17) de las revistas que publican en abierto sobre la temática. Ambas zonas (media y baja) con el mismo porcentaje de artículos de revisión 32,08 %.

En la zona de alta producción de literatura científica, las revistas productoras de artículos de revisiones que destacan son 4. Las tres primeras, con la misma cantidad de revisiones cada una (4).

Véase que estas cuatro revistas coinciden con varias de las revistas que se encuentran en la zona núcleo también en tipología de artículos indexados en la base de datos WOS.

Tabla 7

Reparto de revistas productoras según la Ley de Bradford. Revisiones

Zona	N.º Revistas	% Revistas	Revisiones	% Revisiones
Núcleo	4	11,76	15	28,30
Zona 2	9	26,47	17	32,08
Zona 3	17	50,00	17	32,08

Revistas que forman parte del núcleo

Revistas	N.º Revisiones
<i>Education Sciences</i>	4
<i>Frontiers In Education</i>	4
<i>Computers & Education</i>	4
<i>Education And Information Technologies</i>	3

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 se puede ver que, de las actas de congresos registradas en WOS cuyo acceso es en abierto se incluyen en la zona núcleo el 1,85 % (2) del total de registros en referencia a congresos con un total del 32,70 % (121) pertenecientes a actas. En el resto de las zonas, en la zona 2, se ubican el 10,19 % (11) y en la zona 3 se registraron el 83,33 % (90) de registros de actas respectivamente correspondiéndoles el 32,70 % y 33,24 % del total de actas para cada zona intermedia y baja.

Así, en lo que respecta a actas de congresos destacan el mismo congreso Artificial Intelligence en Education (AIDE 2020) subdividido en dos partes. La primera con 72 comunicaciones y la segunda con 49.

Tabla 8

Reparto de congresos productores según las zonas Bradford

Zona	N.º Congresos	% Congresos	Actas	% Actas
Núcleo	2	1,85	121	32,70
Zona 2	11	10,19	121	32,70
Zona 3	90	83,33	123	33,24
Congresos que forman parte del núcleo				
Congresos			N.º Comunicaciones	
Artificial Intelligence In Education (AIED 2020), PT II			72	
Artificial Intelligence In Education (AIED 2020), PT I			49	

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Producción de literatura científica según Ley Lotka

La ley Lotka (1926) trata de demostrar que existe una relación cuantitativa entre la producción de literatura científica de los autores y sus contribuciones a un campo científico en un tiempo determinado. Esto supone que, si se cumple dicha ley, existe una gran parte de autores que producen un reducido número de contribuciones científicas y que, por el contrario, existe un gran volumen de producciones centradas en muy pocos autores. Se comprobará si la distribución se ajusta al modelo original o tradicional propuesto por Lotka en el que $A_n = A_1/n^2$, o si, por el contrario, es diferente ($A_n = A_1/n^m$).

Según las estimaciones de la ley de productividad de los autores de Lotka, la producción de literatura científica suele tener una progresión en la que $m=2$. No obstante, para casos en los que no fuese así, propone una función logarítmica en la que el punto de intersección (entre los valores recogidos en WOS sobre los registros de producciones de los autores reales con los esperados) arrojará el valor de m predictivo más ajustado al caso.

También se procederá a elaborar el cálculo de la “élite de autores” (Lotka, 1926) analizando el índice de producción que se calcula teniendo en cuenta el logaritmo en base 10 del número de trabajos publicados. Esto muestra en qué zona (baja productividad, media o alta) se encuentra el grupo de autores que publican, en referencia al caso de estudio. De esta forma, la producción de literatura científica cuyo índice de producción es 0, supone un porcentaje bajo de productividad. Aquellos autores cuyo índice de producción se encuentre entre el 0 y el 1 serán productores de productividad media y aquellos que superen el índice de 1 serán considerados como autores de alta productividad.

3.7.1. Distribución de productores de artículos según la ley Lotka

El número total de productores de artículos es de 1607 y se puede decir que la producción no sigue la distribución tradicional de la versión original* que se propone (Lotka, 1926). En este caso**, la distribución muestra que $m=5$, lo que quiere decir que n^5 . Se observa así que el número de autores que han publicado un solo artículo supone el 95,58 % (1536) del total de autores. Aquellos que han realizado dos contribuciones ascienden al 4,42 % (65), los que han aportado 3 artículos a la producción de literatura científica de interés son el 0,25 % (4) y con el 0,12 % (2) los que han contribuido con un total de 4 artículos —Tabla 9—:

Tabla 9
Distribución de productores según ley Lotka. Artículos

N.º Publicaciones	Autores	$A_n = A_1/n^2$		Índice de Lotka
		*Autores esperados 1	**Autores esperados 2	
1	1536	1536	1536	0,00
2	65	384	2	0,30
3	4	171	0	0,48
4	2	96	0	0,60
Total	1607	2187	1538	

Fuente: Elaboración propia.

En este caso no existe una élite que produzcan literatura científica especializada en artículos científicos publicados en abierto o no encajan en la clasificación de alta productividad, ya que no se supera el 1 en dicho índice de Lotka —Tabla 10—:

Tabla 10
Índice de productividad de los autores según Lotka. Artículos

	Índice de Lotka (log10)		% Autores	
Productividad baja	0	Productividad baja	95,58	
Productividad media	Entre 0 y 1	Productividad media	4,42	
Productividad alta	Mayor que 1	Productividad alta	0,00	

Fuente: Elaboración propia.

3.7.2. Distribución de productores de revisiones según Ley Lotka

Las revisiones, en este caso son producidas por un total de 206 autores. De ellos, la mayoría o el 99,03 % (204) solo ha realizado una aportación de la tipología analizada. El resto han realizado, en el mismo porcentaje 2 y 3 revisiones respectivamente, es decir, el 0,49 % (1). En este caso, m tiene un valor de 5,1. Para la versión tradicional, la predicción del número de autores esperados que deberían haber publicado revisiones de literatura científica entorno a IA y educación disponibles en abierto en WOS supone una diferencia significativa respecto del número de autores reales, con lo que no es posible afirmar que los resultados muestren una distribución tradicional y sí siguen una distribución adaptada, por lo que $n^{5,1}$.

Tabla 11
Distribución de productores según ley Lotka. Revisiones

Revisiones	Autores	$A_n = A_1/n^2$		Índice de Lotka
		*Autores esperados 1	**Autores esperados 2	
1	204	204	204	0
2	1	51	6	0,30
3	1	23	1	0,47
Total	206	278	211	

Fuente: Elaboración propia.

El índice de Lotka —Tabla 11— muestra que existe un muy alto porcentaje de autores de producción baja (99,03 %) y un muy bajo porcentaje de autores de productividad media (0,97 %), pero que, además, no se supera el 1 necesario para ser considerado productor de élite. Dentro de la productividad media, en este caso, incluso, los productores actuales hasta la fecha de análisis (2022) se encuentran por debajo de la media aritmética del propio agrupamiento (0,30 % y 0,47 % para 2 y 3 revisiones publicadas por 1 solo autor respectivamente).

Tabla 12

Índice de productividad de los autores según Lotka. Revisiones

	Índice de Lotka		% Autores
Productividad baja	0	Productividad baja	99,03
Productividad media	Entre 0 y 1	Productividad media	0,97
Productividad alta	Mayor que 1	Productividad alta	0,00

Fuente: Elaboración propia

3.7.3. Distribución de productores de actas según Ley Lotka

Respecto de la producción de literatura científica de autores de comunicaciones en congresos (actas), 1272 autores han realizado aportaciones a esta tipología de participación en congresos que se materializa en actas. Siguiendo la representación logarítmica se obtuvo que $n^{3,05}$ para la muestra analizada**.

Por su parte, el índice Lotka —Tabla 13— indica que existe un alto porcentaje de autores, el 89,94 % (1144) cuya productividad es baja. Lo que puede traducirse en que existe alta participación en una proporción 1 al 1 (autor por congreso sobre IA y educación), pero que la reiteración en dicha tipología de producción no es el estándar académico ya que la productividad media del 9,98 % (127) y la alta, del 0,08 % (1) ocupan un bajo porcentaje en este tipo de aportaciones científicas.

Tabla 13

Distribución de productores según Lotka. Actas

Actas	Autores	$A_n = A_1/n^2$	$A_n = A_1/n^m$	Índice de Lotka
		*Autores esperados1	**Autores esperados2	
1	1144	1144	1144	0,000
2	87	286	138	0,301
3	20	127	40	0,477
4	12	72	17	0,602
5	4	46	8	0,699
7	2	23	3	0,845
8	1	18	2	0,903
9	1	14	1	0,954
11	1	9	1	1,041
Total	1272	1739	1355	

Autores más productivos	
Autor	Producciones
Liu, ZT	11

Fuente: Elaboración propia.

Se refleja que tan solo un autor forma parte de dicha élite con 11 aportaciones, lo que supone el 0,74 % de la producción centrada en actas de congresos.

Siguiendo los datos aportados por el índice de Lotka —Tabla 14—, no existe todavía un grupo de productores élite de literatura científica cuya participación se haya registrado en congresos científicos sobre la temática. Aunque sí un solo autor que supone el 0,08 % con sus 11 aportaciones a congresos.

Tabla 14
Índice de productividad de los autores según Lotka. Actas.

Índice de Lotka (log10)		% Autores	
Productividad baja	0	Productividad baja	89,94
Productividad media	Entre 0 y 1	Productividad media	9,98
Productividad alta	Mayor que 1	Productividad alta	0,08
		Total	100,00

Fuente: Elaboración propia

3.8. Análisis

El análisis cuantitativo de los resultados en lo referente a la productividad cronológica demuestra el cumplimiento de la Ley Price de crecimiento exponencial de la producción de literatura científica general registrada en la base de datos WOS. Tras la consecución del OE1, con la aplicación de la fórmula de la ley de crecimiento exponencial, se observa que la producción científica se encuentra en dicha fase. Respecto de la producción cronológica por tipo de documento, enmarcado dentro del mismo objetivo los datos indican que la producción indexada se centra, principalmente, en un alto porcentaje de artículos publicados en revistas, que existe un muy bajo porcentaje de registros de artículos de tipo “revisión” y que la alta participación en congresos sobre la materia se mantiene al alza en la última década (2012-2022) respecto del cómputo global desde que existen registros.

El análisis de la producción cronológica por tipo de documento muestra que la producción de artículos sobre la temática ha tenido cierta presencia constante desde que se tienen registros sobre Inteligencia Artificial y educación en la base de datos WOS. Sin embargo, en lo que tiene relación con artículos de revisión, la presencia no se materializa hasta el año 2017. La presencia en actas de conferencia sobre ponencias acerca de educación e Inteligencia Artificial ha sido irregular hasta 2012, año en el que comienzan apariciones anuales ininterrumpidas hasta el 2022, alcanzando un pico de propuestas registradas en WOS en el año 2020.

Por otro lado, se ha procedido al análisis geográfico, relativo al OE2. Los datos muestran que la máxima producción sobre la temática se registra principalmente en EE. UU., Reino Unido y China y en este orden. Con lo que se puede ver que solo en tres países se concentra casi la mitad de la producción global registrada en WOS.

Por otra parte, respecto del análisis editorial relacionado con la consecución del OE3 se observa que la producción editorial se centra en grandes nombres de la edición científica mundial, destacando, por encima de todas, la editorial Springer Nature, seguida de Elsevier, IEEE y Taylor & Francis. Esto implica que la producción editorial sobre la temática de interés, hasta la fecha de análisis, está fuertemente cercada en editoriales internacionales de prestigio académico.

Respecto al análisis de producción de literatura científica institucional en referencia a la consecución del OE4 se ve que en las indexaciones de la base de datos WOS, destaca llamativamente la ausencia o inexistencia de apoyo institucional en la investigación. De aquellas que sí apoyaron producción sobre la materia destacan: NSF, NSFC, EU y el Gobierno de España. Esto supone que existe un muy bajo porcentaje de publicaciones financiadas por instituciones y un alto porcentaje de registros de financiación desconocida o financiados de forma independiente por el corpus investigador implicado.

Tras el análisis del idioma de referencia se alcanza el OE5 ya que, para todos los registros indexados el idioma estándar sigue siendo el inglés. Pese a la existencia en otros idiomas en los que se publica literatura científica sobre IA y educación, el resto de lenguas que aparecen en la base de datos de análisis son idiomas en porcentajes cuasi residuales.

En lo que respecta al OE6, el análisis cuantitativo demuestra que la temática analizada cumple con La Ley Bradford ya que la mayor parte de artículos, revisiones o actas de congresos publicados sobre la temática Educación e IA se concentra en un bajo porcentaje del total de población de revistas o actas de congresos especializados y que, la mayor parte de producción se dispersa entre revistas o congresos de poca o ninguna especialización.

Finalmente, el análisis de productores científicos de la materia de interés supone la consecución del OE7. El índice de Lotka aporta datos suficientes para ver que todavía no existen autores o “élite científica” con una productividad alta más que en las aportaciones a congresos.

4.DISCUSIONES

Tras la exposición de los resultados se observa que en los últimos años la temática está teniendo un aumento de interés en las producciones de mayor rigor científico, sobre todo en lo referente a artículos y difusión en conferencias relacionadas con dicha temática.

Pero dicho interés no se ciñe solo a las publicaciones científicas indexadas en la base de datos analizada, sino que viene avalado por el momento actual y diferentes estamentos gubernamentales. La apuesta europea por el uso regulado de las tecnologías, la ética de uso de la IA y la capacitación tecnológica de los profesionales docentes viene a apoyarse en el consenso de Beijing (UNESCO, 2019) y forma parte del Plan de acción de educación digital de la UE incluyéndolo en su agenda 2021-2027 (<https://education.ec.europa.eu/es/focus-topics/digital-education/action-plan>).

También existe una propuesta para su regulación inminente, dado que puede afectar negativamente en varios ámbitos que consideran la IA como instrumento de alto riesgo en su aplicación en educación y formación profesional (Madiega, 2023).

Además, se han aportado unas directrices éticas para el uso de la IA en la educación por parte de los países miembros (Unión Europea [UE], 2022). Esto implica una importancia y preocupación necesarias por parte de las políticas educativas europeas que buscan sentar las bases del uso y regulación de la IA en educación para realizar un buen uso eficaz de la misma.

Todo ello, da a entender que existe un desconocimiento real y una necesidad de poner coto a lo desconocido como primer paso ante la incertidumbre que puede suponer la implementación de la IA en cualquier campo de trabajo, estudio u ocio de los seres humanos. No obstante, para que lo desconocido en la materia se pueda transformar en conocimiento, es necesario hacerlo a través de la inversión en investigación. Solo así se

pueden fijar las bases para una regulación acertada y una aplicación responsable de su potencial.

De ahí que este análisis cuantitativo se haya centrado en analizar datos esenciales que arrojen una primera aproximación general a la cuestión. Parece que los pasos a seguir conllevan la elaboración de producción científica relacionada con artículos de tipo revisión. Además, la distribución geográfica de los registros, cercada en tres países, invita a discutir sobre la diversificación territorial de la producción científica sobre IA y educación.

Por otro lado, la centralización de los registros en editoriales de prestigio da a entender que, si se desea publicar a fin de potenciar la difusión de los hallazgos obtenidos, se deba aspirar a elaborar publicaciones enfocadas a dichas editoriales.

Desde el punto de vista institucional, la discusión se centra en la necesidad de una profunda reflexión sobre la elección de publicación a través de organismos financiados que puedan condicionar la investigación o la consecución de producción científica a través de la senda independiente que la exima de posibles sesgos.

Igualmente, se vislumbra que la necesidad de difusión científica aboca al corpus investigador al indiscutible uso del inglés como idioma estándar para dicha finalidad. Ahora bien, esto podría verse solventado a corto plazo, gracias precisamente a la IA, facilitando la difusión en otras lenguas sin perder, ni calidad, ni contextualidad en la traducción automática.

Por otro lado, el cumplimiento de la Ley de crecimiento exponencial de registros en WOS sobre la temática educación e IA indica que la producción científica se encuentra en un momento óptimo ya que todavía no ha entrado en fase de estancamiento, pudiera ser porque avanzar en este campo supone un reto para la investigación ya que su velocidad es vertiginosa. No obstante, el cumplimiento de otras leyes como la de dispersión de la producción científica en revistas de media o baja especialización o la ley Lotka, demostrando que todavía no existe una “élite de productores de literatura científica” en la tipología de literatura madura (artículos y revisiones) permite inferir la necesidad de generación de literatura científica en ambas tipologías de registros.

Empero, es necesario subrayar que existen limitaciones del estudio. Por un lado, al haber procedido con una metodología específica de trabajo y términos de búsqueda concretos podrían haberse excluido investigaciones relevantes. Además, el hecho de elaborar el estudio a través de una sola base de datos supone otro límite que, pese a ello, muestra la ruta para una de las futuras líneas a desarrollar: la ampliación del estudio a otras bases de datos o la derivación hacia estudios bibliométricos.

5.CONCLUSIONES

Nuestra pretensión final era la de elaborar un análisis cuantitativo que comprobase el estado del arte de la literatura científica en la base de datos WOS en relación con los conceptos de Inteligencia Artificial y educación con una finalidad inicial clara: detectar las tendencias en el ámbito y discernir sobre el abordaje y ampliación de investigación sobre la materia o su abandono.

Tras la consecución de los objetivos específicos, los hallazgos de la investigación que se consideran más relevantes tienen relación con que:

El campo de investigación todavía no ha alcanzado la fase de estancamiento, por lo que, se puede trabajar en dicha línea temática para producir investigación en el campo ya que se sitúa en una fase plausible y necesaria de desarrollo.



Por otro lado, más allá de la siempre necesaria participación en congresos para la difusión y transferencia de conocimientos, se vislumbra la necesidad de elaboración de producción de artículos, en especial de revisión, sobre IA y educación de distinta tipología.

Otro hallazgo significativo tiene relación con la falta de producción institucional en el ámbito y, sin embargo, se registra abundante producción científica independiente.

Además, la producción se concentra en tres países o regiones y podría indicar la necesidad de expandir el campo geográfico a otros países a fin de promover la sana competencia en conocimiento científico e investigador en educación e IA.

Finalmente, hay que tener en cuenta que, el sometimiento del análisis a las leyes de producción científica como la ley de dispersión o la ley de productividad de los autores, invita, por un lado, a reconocer el patrón de publicación, lo que acorta los tiempos de búsqueda y facilita la labor tanto de indagación como de acotamiento de revistas en las que publicar, y por otro, el reconocimiento de la ausencia de élite de producción científica sobre la materia en artículos y revisiones del que se infieren otras líneas de investigación en estas tipologías de literatura científica.

Nótese que este análisis cuantitativo supone el primer análisis preliminar de la relación de los términos IA y educación en la base de datos WOS. Ello aporta valor añadido ya que este tipo de análisis identifica las tendencias de investigación en el ámbito de la IA y la educación y promueven una consecución fundamentada y realista de posteriores estudios teóricos o empíricos sobre IA y educación para la comunidad investigadora.

NOTAS

1. Que supone la posibilidad de interactuar con ella de forma razonable, como, por ejemplo: Pi como asistente personal de IA (<https://pi.ai/talk>).

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES: Azahara Casanova Pistón (Conceptualización, tratamiento de datos y análisis formal) y Mónica Martínez Domínguez (Conceptualización y análisis formal).

FINANCIACIÓN: Esta investigación no recibió ninguna financiación externa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akgun, S., y Greenhow, C. (2022). Artificial Intelligence in Education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 2(3), 431-440. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7>
- Aparicio-Gómez, W. O. (2023). La Inteligencia Artificial y su Incidencia en la Educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(2), 217-229. <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133>
- Arencibia, R., Félix De Moya, J. I. y Ii, A. (2008). La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la cuantitativa. *ACIMED*, 17(4), 0-0. <https://acortar.link/mTFvwb>
- Berland, M., Baker, R. S., y Blikstein, P. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics: Applications to Constructionist Research. *Technology, Knowledge and Learning*, 19(1), 205-220. <https://doi.org/10.1007/s10758-014-9223-7>

- Bonami, B., Dala-Possa, A., y Piazzentini, L. (2020). Educación, Big Data e Inteligencia Artificial Metodologías mixtas en plataformas digitales. *Revista Comunicar*, 65, 43-52. <https://doi.org/10.3916/C65-2020-04>
- Bradford, S. C. (1985). Sources of Information on Specific Subjects. *Information Science* 10 (4), 173-180. <https://doi.org/10.1177/016555158501000406>
- Calzadilla-Pérez, O. O. (2023). Mapeo cuantitativo de las Neurociencias de la Educación: miradas para la formación de docentes. *Estudios Pedagógicos*, 49(1), 281-303. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052023000100281>
- Callon, M., Courtial, J. P., y Penan, H. (1995). *Scientometric*. Ediciones Trea.
- Cardona-Román, D. M. y Sánchez-Torres, J. M. (2017). Análisis cuantitativo de la producción científica acerca de la investigación sobre la evaluación de la implementación del e-learning en el periodo 2000-2015. *Educación*, 26(51). <http://dx.doi.org/10.18800/educacion.201702.001>
- Cobos, A., Padial, J. J., y Berrocal, E. (2021). La gamificación a través de plataformas E-learning: Análisis cuantitativo de una pedagogía emergente implantada mediante de las TIC. *ReiDoCrea: Revista electrónica de investigación Docencia Creativa*. 10(43) <https://doi.org/10.30827/DIGIBUG.70897>
- Dawson, S., Joksimovic, S., Mills, C., Gašević, D., y Siemens, G. (2023). Advancing theory in the age of artificial intelligence. *British Journal of Educational Technology*, 54(5), 1051–1056. <https://doi.org/10.1111/BJET.13343>
- Fernández, A., y Padial, J. J. (2018). Análisis cuantitativo de Tesis Doctorales Españolas sobre Altas Capacidades y sobredotación (1986- 2017). *ReiDoCrea*, 8, 292-308. <http://dx.doi.org/10.30827/Digibug.57762>
- Fernández-Cano, A., y Fernández-Guerrero, A. (2022). Spanish educational production in the Social Sciences Citation Index (2010-2020). III. *Revista Española de pedagogía*, 80(282), 347-370. <https://doi.org/10.22550/REP80-2-2022-08>
- Flores-Vivar, J. M., y García-Peñalvo, F. J. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4). *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 74, 37–47. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- Galdames, I. S. (2023). Inteligencia Artificial en investigación científica. *SciComm Report*, 3, 1–3. <https://doi.org/10.32457/SCR.V3I1.2149>
- García-Peña, V. R., Mora-Marcillo, A. B., y Ávila-Ramírez, J. A. (2020). La Inteligencia Artificial en la educación. *Dominio de Las Ciencias*, 6(3), 28. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1421>
- García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., y Vidal, J. (2024). The new reality of education in the face of advances in generative artificial intelligence. [La nueva realidad de la educación ante los avances de la Inteligencia Artificial generativa]. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1).
- Gingras, Y. (2016). Bibliometrics and Research Evaluation: Uses and Abuses. *Bibliometrics and Research Evaluation*. <https://doi.org/10.7551/MITPRESS/10719.001.0001>
- Gómez, C. J., López, R., y Rodríguez, J. (2019). La investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales en revistas españolas de Ciencias de la Educación. Un análisis bibliométrico (2007-2017). *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 37(10), 67-87. <https://acortar.link/NL1s1R>

- González, C. (2023). El impacto de la Inteligencia Artificial en la educación: transformación de la forma de enseñar y de aprender. *Qurrículum*, 36, 51-60. <https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2023.36.03>
- Holmes, W., Hui, Z., Miao, F., y Ronghuai, H. (2021). *Inteligencia Artificial y educación. Guía para las personas a cargo de formular políticas*. UNESCO Publishing.
- Lotka, A. J. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 16(12), 317-323. <https://acortar.link/VGBta1>
- Madiega, T. (2023). *Artificial intelligence act. Briefing EU Legislation in Progress*. <https://acortar.link/IwLk2r>
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., y Shannon, C. E. (2006). A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, <https://bit.ly/3wipykL> *AI Magazine*, 27(4), 12. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
- Michán, L., y Muñoz-Velasco, I. (2013). Cienciometría para ciencias médicas: definiciones, aplicaciones y perspectivas. *Investigación en educación médica*, 2(6), 100-106. <https://acortar.link/cfi67F>
- Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., y Nguyen, B.P. T. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*, 28(4), 4221-4241. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(71), 1-9 <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Parra-González, M. E., y Segura-Robles, A. (2019). Producción de literatura científica sobre gamificación en educación: un análisis cuantitativo. *Revista de educación*, 2019(386), 113-135. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2019-386-429>
- Parra-Sánchez, J. S. (2022). Potencialidades de la Inteligencia Artificial en Educación Superior: Un Enfoque desde la Personalización. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 14(1), 19-27. <https://doi.org/10.37843/rted.v14i1.296>
- Price, D. J. S. (1963). *Little science, big science-- and beyond*. Columbia University Press.
- Roll, I., y Wylie, R. (2016). Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 582-599. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>
- So, S. A., y Ahn, S. (2022). A Study on the Artificial Intelligence Ethics Measurement indicators for the Protection of Personal Rights and Property Based on the Principles of Artificial Intelligence Ethics. *Journal of Internet Computing and Services*, 23(3), 111-123. <https://doi.org/10.7472/jksii.2022.23.3.111>
- Solís, M. E. C., Martínez, E. L., Degante, E. C., Godoy, E. P., y Martínez, Y. A. (2023). Inteligencia Artificial generativa para fortalecer la educación superior: Generative artificial intelligence to boost higher education. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(3), 767-784. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i3.1113>



- Unión Europea [UE]. (2022). *Directrices éticas sobre el uso de la Inteligencia Artificial (IA) y los datos en la educación y formación para los educadores*. <https://doi.org/10.2766/795588>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO].(5 de octubre 2022). ¿Por qué la UNESCO considera importante la innovación digital en educación? <https://acortar.link/c05aDZ>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2019). *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*. <https://acortar.link/e5awg2>