

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2024/2025

**Neuroeducación y tecnologías emergentes:
Como las TIC y la IA pueden transformar el
aprendizaje de las asignaturas de contenido
económico en ESO, Bachillerato y FP.**

Alumna: **Jessica Ferres González**

Tutora: **Dra. Marina Checa Olivas**

Modalidad: Revisión Sistemática

Especialidad: Economía

Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación
Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional, Enseñanza de Idiomas
y Enseñanzas Deportivas

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

Resumen

El presente estudio busca conectar la neuroeducación y las tecnologías emergentes para la transformación del aprendizaje, al entender estas áreas como piezas clave hoy en día. La investigación aborda el enfoque de la personalización del aprendizaje desde la perspectiva de la neuroeducación, utilizando como herramientas principales las tecnologías emergentes, concretamente las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la Inteligencia Artificial (IA).

Para llevar a cabo el estudio, se realiza una revisión sistemática con el objetivo de analizar la producción científica existente sobre la eficacia de las tecnologías emergentes en la personalización del aprendizaje del alumnado, específicamente en las asignaturas de contenido económico, en las etapas educativas de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), Bachillerato y Formación Profesional (FP), en el periodo comprendido entre 2014 y 2024.

La metodología empleada se basa en el método PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*) y en la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*).

Los resultados confirman que las tecnologías emergentes, especialmente las TIC y la IA, son herramientas eficaces para personalizar el aprendizaje en asignaturas económicas. Estas permiten adaptar contenidos al ritmo y necesidades del alumnado, mejorando su motivación y comprensión. A pesar de retos como la brecha digital o la formación docente, los resultados avalan su uso educativo y dan soporte al objeto de esta investigación.

Palabras clave: Neuroeducación, Personalización del Aprendizaje, Inteligencia Artificial, IA, Tecnologías de la Información y Comunicación, TIC.

Abstract

This study aims to connect neuroeducation and emerging technologies as drivers of educational transformation, understanding both areas as key components of the current global landscape. The research addresses the concept of personalized learning from the perspective of neuroeducation, using emerging technologies as tools, specifically Information and Communication Technologies (ICT) and Artificial Intelligence (AI).

To conduct the study, a systematic review is carried out with the objective of analyzing the existing scientific literature on the effectiveness of emerging technologies in personalizing student learning, specifically in economic content subjects within the educational stages of Compulsory Secondary Education (ESO), Baccalaureate, and Vocational Training (FP), during the period from 2014 to 2024.

The methodology used is based on the PICO model (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*) and the PRISMA statement (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*).

The results confirms that emerging technologies, especially ICT and AI, are effective tools for personalizing learning in economics-related subjects. These technologies enable the adaptation of content to the pace and needs of students, enhancing their motivation and comprehension. Despite challenges such as the digital divide and lack of teacher training, the results support their educational use and provide solid evidence to meet the objective of this research.

Key words: Neuroeducation, Personalized Learning, Artificial Intelligence (AI), Information and Communication Technologies (ICT)

ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1. Justificación del tema	1
1.2. Definición de la situación de investigación	4
2. Marco teórico	5
2.1. Neuroeducación	5
2.1.1 Los neuromitos y su importancia en la educación.....	5
2.1.2 Factores clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje	6
2.1.3 Personalización del aprendizaje.....	7
2.2 Tecnologías de la Información y Comunicación, TIC	9
2.2.1 Impacto de las TIC en la sociedad contemporánea	9
2.2.2 Aplicaciones actuales de las TIC.	10
2.2.3 Retos y desafíos	11
2.3 Inteligencia Artificial, IA	11
2.3.1 Evolución de la IA	12
2.3.2 Principales dispositivos y tecnologías de IA.....	13
2.3.3 Aplicaciones actuales de la IA.....	14
3. Neuroeducación, TIC e IA: Hacia la Educación del Futuro	15
3. Metodología	17
3.1. Objetivos de la revisión	18
3.2. Metodología de la investigación	19
3.2.1 Estrategia de búsqueda	21
3.3 Diagrama de flujo	23

4. Resultados.....	25
4.1. Solución final de resultados	25
4.2. Resultados en función de las principales tecnologías emergentes	26
4.3. Resultados en función del enfoque neuroeducativo de personalización del aprendizaje	27
4.4. Resultados en función del país de publicación de los artículos	29
4.5. Resultados en función de las principales conclusiones de los artículos examinados	30
5. Discusión	34
6. Conclusiones	39
6.1. Futuras líneas de investigación.....	41
7. Referencias bibliográficas.....	43

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación del tema

La evolución tecnológica y digital ha convertido a las capacidades digitales en un elemento fundamental para el exitoso desarrollo personal y profesional de los ciudadanos. Se estima que a nivel mundial el 50% de los empleos que existen hoy en día desaparecerán en las próximas dos décadas. En el caso de la Unión Europea desaparecerán un 30% de los empleos actualmente existentes (Parlamento Europeo, 2018).

El Parlamento Europeo (2018) resalta, además, los siguientes datos:

- El 90% de los empleos futuros exigirán habilidades digitales.
- El 44% de la población entre 16 y 74 años no posee capacidades digitales básicas.
- El 19% de la población carece completamente de competencias digitales.

Esto resalta la necesidad urgente de implementar políticas adecuadas que garanticen la cohesión social. Las tecnologías digitales pueden ayudar a promover una educación más inclusiva, pero sin políticas adecuadas, los sectores más vulnerables como lo son las personas mayores y las personas con discapacidad, se verían más afectados. Además, siguen existiendo desigualdades de género, tan solo un 27% de las personas empleadas en ingeniería son mujeres, o un 20% en informática. En el sector digital, tan solo hay un 1% de mujeres trabajando, frente al 3,1% de hombres. Por otro lado, la infraestructura tecnológica en los colegios sigue siendo insuficiente, sobre todo en zonas rurales y desfavorecidas (Parlamento Europeo, 2018; Foro Económico Mundial, 2025).

Con el objetivo de conseguir competencias digitales prácticas se han puesto en marcha diversos proyectos, como los proyectos de prácticas *Oportunidad Digital en Erasmus+* y *Horizonte 2020*. La Unión Europea recomienda incrementar la colaboración entre Estados miembros, empresas y comunidades. También subraya la necesidad de herramientas flexibles y actualizadas para desarrollar y evaluar las capacidades digitales. Para ello, crea el Marco Europeo de Competencias Digitales, en adelante *DigComp*. Con todos estos programas, se ayudará a mejorar las capacidades digitales de los adultos y se promoverá el aumento de la alfabetización digital (Parlamento Europeo, 2018; Foro Económico Mundial, 2025).

Dentro del DigComp, resulta clave el desarrollo y evaluación de la competencia digital para la ciudadanía en general y para el sistema educativo en particular, tanto para la educación como. En aras de conseguir este desarrollo, el DigComp se sustenta sobre cinco pilares de actuación: alfabetización informacional y de datos, comunicación y colaboración digital, creación de contenidos digitales, seguridad digital y resolución de problemas en entornos digitales (Comisión Europea, 2020).

La Ley Orgánica 3/2020 de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica de Educación, LOMLOE, incorpora la competencia digital como una de las competencias que deben ser promovidas por profesores. Dicha competencia es considerada como una competencia clave para la vida del ciudadano y por tanto, debe ser alcanzada por los estudiantes. La LOMLOE busca un enfoque transversal que abarque los pilares del DigComp (Vuorikari, Punie, Carretero, & Van den Brande, 2016).

La competencia digital se incorpora en todas las disciplinas y áreas del plan de estudios educativo. Busca asegurar que los alumnos adquieran competencias digitales de forma práctica. Uno de los propósitos fundamentales de la educación básica es capacitar a los alumnos para manejar eficientemente las tecnologías de la información y la comunicación, TIC. El análisis de la competencia digital se integra como un componente esencial en los criterios de evaluación de todas las fases educativas. Por otro lado, se enfatiza en la importancia de que los profesores potencien su propia competencia digital. Los profesores deben estar preparados para la aplicación de la competencia digital de forma eficaz en los métodos de enseñanza. Por esta razón, se fomenta la capacitación constante de los docentes mediante programas específicos. (Comisión Europea, 2020; Vuorikari et al., 2016).

El Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes, PISA, coordinado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE, también incorpora la evaluación de la competencia digital en sus análisis. Desde 2009, propuso un ejercicio de evaluación utilizando textos electrónicos. Con ello pretendía dejar constancia de la creciente relevancia de la habilidad digital en la educación (OCDE, 2010). Con perspectivas hacia el futuro, la evaluación PISA 2025 incluirá el *Learning in the Digital World* entre sus planes de mejora. Por medio de este apartado, el informe PISA evaluará la habilidad de los alumnos para involucrarse en procesos interactivos de creación de conocimiento y solución de problemas mediante el uso de

instrumentos tecnológicos. Se prevé que los hallazgos de esta evaluación estén disponibles en diciembre de 2027 (OCDE, 2025).

La Unión Europea ha puesto en marcha el Plan de Acción de la Educación Digital (2021-2027). Este plan es una iniciativa para mejorar la educación tecnológica y digital en Europa. Su foco está puesto en ayudar a los países de los Estados Miembros para conseguir una educación adaptada a la era digital que sea más accesible, inclusiva y de calidad. La propuesta ofrece distintas oportunidades para la comunidad educativa y responsables políticos, académicos e investigadores (Comisión Europea, 2020).

Por otro lado, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, , aborda el ámbito de la Inteligencia Artificial, en adelante IA. Efectivamente, sostiene que se espera que la IA en educación alcance los 6.000 millones de dólares en 2024. La IA tiene el potencial de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje y de transformar la educación. La UNESCO hace una vinculación directa de la IA con el Objetivo de Desarrollo Sostenible, ODS, número 4: Educación de calidad (UNESCO, 2021).

Ahora bien, para que se produzca esta transformación de la educación, es necesario hacer frente a los retos que supone la IA. Uno de estos retos es, la falta de un marco regulador apropiado que garantice una aplicación ética e inclusiva y que prepare a los ciudadanos para el buen uso de la IA. La UNESCO impulsa diversas iniciativas en este ámbito, como la coordinación de eventos como la Conferencia Internacional sobre IA y Educación y la adopción del Consenso de Beijing, ambos en 2019. A través de estas acciones, la organización proporciona directrices para la implementación de la inteligencia artificial en la educación. En este contexto, busca aprovechar las oportunidades de la IA para promover la equidad e inclusividad, formulando políticas justas que beneficien a grupos desfavorecidos, como mujeres y niñas. Además, subraya la importancia de un aprendizaje de calidad, apoyado en profesores debidamente capacitados, para crear sistemas educativos más sólidos (UNESCO, 2021).

Por último destacar, que la Comisión Europea ha propuesto la Ley de Inteligencia Artificial de abril de 2021. El objetivo de esta propuesta es la normalización de la aplicación de la IA en diferentes áreas. Busca comenzar con la regulación del sector para asegurarse de que la IA está siendo empleada de forma ética y segura. De esta manera pretende dar el apoyo necesario en cibercapacidades en la educación (Comisión Europea, 2022).

Por otra parte, en relación al estudio de como las ciencias cognitivas y la neurociencia han impactado en la educación, La OCDE analiza como el cerebro se desarrolla y comporta en las distintas etapas de la vida de una persona, desde su nacimiento y niñez hasta la última etapa de la vejez. Estos estudios revelan información sustancial que deja nuevas ideas sobre el aprendizaje y desarrollo cognitivo. Estas ideas pueden ayudar a mejorar al sistema educativo. La OCDE concluye con prácticas y técnicas de enseñanza adaptadas, para hacer frente a situaciones como las tres D: dislexia, discalculia y demencia (OCDE, 2019).

Según la OCDE (2019) algunos de los mensajes clave para abordar en el futuro, en relación con la neuroeducación, son los siguientes:

- “La neurociencia puede hacer una contribución clave a los desafíos importantes del aprendizaje” (p. 242).
- “La necesidad de enfoques holísticos basados en la interdependencia de cuerpo y mente, lo emocional y lo cognitivo” (p. 239).
- “Necesitamos comprender mejor porqué la adolescencia es de alta potencia y deficiente conducción” (p. 240).
- “Una mejor información para el currículo, las fases y los niveles de la educación a partir de ideas neurocientíficas” (p. 28).
- “Más evaluaciones personalizadas para mejorar el aprendizaje, no seleccionar y excluir” (p. 243).

Los temas anteriores recogen un resumen de los aspectos más relevantes que necesitan ser atendidos en neuroeducación, en aras del progreso requerido en el sistema educativo.

1.2. Definición de la situación de investigación

La información descrita anteriormente pone de manifiesto la importancia y creciente relevancia de la neuroeducación, las TIC y la IA en la sociedad actual, así como el valor de conectar los tres ámbitos para un fin en común: la mejora de la educación. La situación educativa seleccionada pondrá el foco en como las TIC y la IA pueden transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje, concretamente, bajo la perspectiva de la neuroeducación.

El objetivo global de la presente revisión sistemática es analizar la producción científica sobre la efectividad de las TIC y de la IA para conseguir una personalización

del aprendizaje en las asignaturas de economía en las etapas de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Neuroeducación

La neuroeducación busca mejorar la pedagogía, integrando en ella los conocimientos obtenidos sobre el cerebro. Neurociencia, psicología y pedagogía se unen para estudiar ámbitos como la emoción y la motivación (Huangal-Scheineder et al., 2024), o la sorpresa (Aguilar-Chuquipoma, 2020); y entender como el cerebro responde a estímulos. Por tanto, la neuroeducación se centra en como el cerebro es capaz de crear conexiones neuronales respondiendo a los estímulos de su entorno. Una de las cuestiones más relevantes de la neuroeducación es que permite crear métodos educativos que optimizan el proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.1.1 Los neuromitos y su importancia en la educación

Existen numerosas creencias erróneas sobre el funcionamiento del cerebro a nivel mundial, conocidas comoneuromitos. Según Flores-González y Trujillo-Rodríguez (2024) algunos de estos neuromitos son:

- La capacidad de uso del cerebro de una persona se limita al 10%. Esto es un mito, ya que el cerebro humano usa al 100% su capacidad de manera coordinada.
- Las personas tienen una parte del cerebro predominante, siendo la parte derecha la relacionada con la creatividad y la izquierda la relativa a la lógica. La realidad es que ambos hemisferios trabajan de forma conjunta.
- El consumo de azúcar influye negativamente en la atención de los niños. Tampoco hay una base científica en este sentido.
- Impartir más cantidad de horas de clase da lugar a incrementar el aprendizaje. Esto puede cargar a los alumnos, además de disminuir el tiempo destinado a otros ámbitos, como el descanso y la creatividad que también son necesarios para que se dé un correcto aprendizaje.
- Existen áreas de estudio más importantes, como las matemáticas o las ciencias, mientras que otras son un complemento, como las relacionadas con el arte o la actividad física. Estudios científicos avalan que todas ellas son

necesarias para el desarrollo holístico e integral del cerebro y del ser humano.

- Escuchar música clásica en épocas tempranas ayuda al desarrollo cerebral. Esto tampoco tiene apoyo científico.
- El desarrollo cognitivo se ve beneficiado con el aumento de la tecnología. Hecho que se identifica mayormente con una estrategia de marketing.

Creencias erróneas como estas dificultan la correcta aplicación de los avances científicos sobre el cerebro en los entornos educativos (Castillo, 2023). Por ello, Aguilar-Chuquipoma (2020) y Huangal-Scheineder et al. (2024) destacan la importancia de formar adecuadamente a los docentes, para que adquieran los conocimientos necesarios para identificar y desafiar estos neuromitos. Solo a través de una formación sólida, los profesores podrán superar los desafíos que presentan estas creencias equivocadas y maximizar el impacto de la neuroeducación, contribuyendo así a la transformación de la educación.

2.1.2 Factores clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Algunos de los factores clave de la neurociencia que influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje son los siguientes:

- Emoción: según Muñoz y Jacho (2024) la emoción es la piedra angular de la memoria y la motivación. Aguilar-Chuquipoma (2020), Muñoz y Jacho (2024) y Nacimba y Tulcanazo (2024) sostienen que las emociones positivas estimulan regiones como el hipocampo y la amígdala, facilitando la retención de la información.
- Atención: es crucial para que la información se procese y retenga. Para obtener y mantener la atención es esencial utilizar detonantes clave que provoquen en el alumno curiosidad (Martínez & López, 2022) y (Muñoz y Jacho, 2024).
- Memoria: favorece que se acumule la información y se obtenga cuando sea necesario, para con ello crear nuevo conocimiento. Sobre la memoria tienen un impacto notable las emociones, por lo que la memoria emocional facilitará la retención de la información a lo largo del tiempo (Muñoz y Jacho, 2024).
- Plasticidad cerebral: ayuda a la adaptación del cerebro permitiéndole el aprendizaje de forma continua. Es importante para las enseñanzas personalizadas, al considerar que cada alumno aprende a un ritmo diferente

(Muñoz y Jacho, 2024). Según Neville et al. (2013) existen estudios neurocientíficos que señalan que la aplicación de estrategias pedagógicas concretas, puede potenciar capacidades cognitivas que generen alteraciones fisiológicas en el cerebro, demostrando con ello la plasticidad cerebral.

- Neurotransmisores: la dopamina, la serotonina y la oxitocina juegan un papel fundamental en la motivación, las emociones y el vínculo social, promoviendo el aprendizaje y la colaboración en equipo (Muñoz y Jacho, 2024). Un ejemplo de la influencia de los neurotransmisores se puede ver en estudios que analizan la relación entre estrés crónico y pobreza. El estrés crónico debido a la pobreza impacta en la consolidación de los aprendizajes a causa de altos niveles de cortisol (Lupien et al., 2001). Por otro lado, los niños de familias pobres, que se encuentran expuestos a un vocabulario reducido, presentan inconvenientes en sus capacidades lingüísticas y académicas (Hoff, 2006).

2.1.3 Personalización del aprendizaje

Las plataformas de e-learning han comenzado a aplicar principios de neuropsicología para crear modelos de aprendizaje adaptativos basados en procesos cognitivos. Estos dispositivos usan información para identificar patrones de aprendizaje a largo plazo, adaptar el contenido según el estilo cognitivo de cada alumno y optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje basados en evidencias neurocientíficas (Halkiopoulos & Gkintoni, 2024).

Halkiopoulos y Gkintoni (2024) realizan un estudio centrado en el Aprendizaje Personalizado, en adelante PL, por sus siglas en inglés. Concretamente analizan 85 estudios y extraen 818 registros de distintas bases de datos que validan la teoría del aprendizaje personalizado señalándolo como una de las formas de aprendizaje clave en la época moderna. El PL se adapta a las competencias, necesidades y preferencias individuales del estudiante. Para ello se basa en los principios de la psicología cognitiva, el constructivismo y conectivismo. Pese a que el PL aporta numerosos beneficios en cuanto a motivación y autonomía, existen también numerosos retos que afrontar. La personalización en exceso puede llevar a que los alumnos sientan desconexión y prefieran el aprendizaje colaborativo, limitaciones en cuanto a las infraestructuras de e-learning, así como la necesidad de verificación

empírica de la aplicación de IA en PL en distintos entornos educativos (Halkiopoulos & Gkintoni, 2024).

Para la personalización del aprendizaje, Halkiopoulos y Gkintoni (2024) proponen abordar los siguientes ámbitos:

- Realizar medición en tiempo real del estado mental del alumno. Para ello se utilizarían dispositivos neurotecnológicos. Por medio de un método no invasivo de electroencefalografía, en adelante EEG, se podrían medir los impulsos eléctricos del cerebro del estudiante. Estos dispositivos ayudarían a analizar el estrés, el sueño, la fatiga y el nivel de concentración del alumno y con ello estimarían si el alumno está sobreexpuesto a información y necesita un descanso. Esto permitiría adaptar el método de enseñanza-aprendizaje y los materiales utilizados con el objetivo de optimizar el rendimiento académico. Como ejemplo, para disminuir la carga cognitiva, se expondría el material en formato más cercano (videos cortos, ejercicios interactivos o pausas estratégicas).

- Realizar un ajuste del contenido educativo de forma dinámica. Consiste en realizar una adaptación en tiempo real del contenido para lograr la comprensión por el alumno. Si el alumno no comprende un concepto, el dispositivo neurotecnológico generaría un contenido alternativo en forma de video, imagen o ejercicio interactivo más accesible. Esto permitiría la personalización del aprendizaje, adaptándolo a los distintos ritmos de aprendizaje de los alumnos. El sistema también podría reorganizar los temas, adaptar la cantidad de temario presentado al estudiante o incluir ejercicios complementarios en función de su capacidad de comprensión.

- Personalización del aprendizaje basada en el grupo. El sistema podría detectar también cuando existe sincronicidad en el grupo, es decir, cuando varios estudiantes presentan una actividad cerebral similar momentos de distracción o desinterés. Esto beneficiaría en el aprendizaje colaborativo. El sistema también podría detectar y adaptar la enseñanza. Se llega a la conclusión de que cuando se da sincronicidad en el grupo, el aprendizaje y la interacción mejoran notablemente.

- Personalización del aprendizaje basada en el sueño. Dormir impacta positivamente en el aprendizaje y rendimiento del estudiante, mejorando la retención de información, la atención y la resolución de problemas. Con sensores portátiles se puede analizar la calidad del sueño del estudiante y adaptar los materiales a la carga cognitiva que tenga en ese momento. El sistema propondría actividades más llevaderas para el momento en que el alumno posea mayor sobrecarga mental y

actividades más intensas para el momento en que el alumno tenga un mayor estado de atención y alerta.

- Retroalimentación personalizada. Por medio de Inteligencia Artificial, IA, se podría realizar un análisis en el tiempo de determinados parámetros, como la estructura de las clases, qué estudiantes comparten formas de aprendizaje similares para crear compañeros de grupo o propuesta de tareas o descansos y con ello adaptar el aprendizaje.

En definitiva, la neuroeducación es capaz de personalizar la educación utilizando neurotecnología portátil e inteligencia artificial. De esta manera se puede conseguir pasar de un enfoque más tradicional de la enseñanza a uno más adaptado y dinámico. Para ello se deben afrontar diversos retos, como la diversidad de respuestas de las personas o la necesidad de infraestructura tecnológica que conlleva (Halkiopoulos & Gkintoni, 2024).

2.2 Tecnologías de la Información y Comunicación, TIC

Baelo y Cantón (2009) señalan como el término Tecnologías de la Información y Comunicación, en adelante TIC, ha sido utilizado para referirse a diversas herramientas que facilitan el procesamiento y la transmisión de información.

El comienzo de las TIC se da a final de los años 90. En este periodo las TIC comienzan a introducirse en distintos ámbitos como los servicios, las telecomunicaciones y la educación. Esto da lugar a un periodo de crecimiento y consolidación del empleo TIC así como de obtención de competencias tecnológicas avanzadas, hasta la crisis económica de 2008. Tras la recuperación de la crisis, desde 2013, el ámbito de las TIC continua en auge y expansión.

2.2.1 Impacto de las TIC en la sociedad contemporánea

Ikwunne y Wall señalan como las TIC están fuertemente ligadas a la sociedad contemporánea actual, favoreciendo en aquellos sectores con dificultades de desarrollo económico y social. Las TIC mejoran las condiciones de vida al ayudar en el acceso a la información, educación o servicios de salud. Sin embargo, para que se dé avance y suponga un impacto positivo a nivel social, es crucial el compromiso de las personas implicadas en su uso.

Durante el periodo de pandemia por COVID en el año 2019 y 2020, estas tecnologías cobraron una especial relevancia, al convertirse en una de las principales herramientas de comunicación y trabajo, suponiendo un antes y un después en el

sector de las TIC. La dependencia de este sector en este periodo, dio lugar a un gran desarrollo y crecimiento, convirtiéndose en una parte esencial en los ámbitos económico y educativo (Gutiérrez & Mercader-Rubio, 2023). Dueñas y Llorente (2019) aluden también a la generación de nuevos puestos de trabajo tras la pandemia. Nuevas posiciones laborales que han proporcionado condiciones más ventajosas y estables, sobre todo para las mujeres, aunque, aun así, no han conseguido eliminar la desigualdad laboral de género en este ámbito, especialmente en cuanto a la presencia y participación de la mujer.

Gutiérrez y Mercader-Rubio (2023) añaden que el teletrabajo se ha mantenido y extendido posteriormente a la pandemia como uno de los beneficios que las TIC han traído socialmente. Pero también se destaca cómo la pandemia intensificó las disparidades existentes en el acceso a estas tecnologías en algunos grupos, como personas de edad avanzada, familias de bajos recursos y zonas con escasa infraestructura digital.

2.2.2 Aplicaciones actuales de las TIC.

En el ámbito del empleo de las TIC, las principales ocupaciones en España se dan en el análisis del software y la programación y las telecomunicaciones e ingeniería electrónica. El centro del desarrollo actual de TICs es la creación de productos tecnológicos y la provisión de soluciones informáticas (Dueñas & Llorente, 2019).

Ikwunne y Wall (2020) sostienen que las TIC han cobrado una especial relevancia no solo en el ámbito educativo, al proporcionar recursos de calidad, sino también en el área de la salud, donde han facilitado el uso de plataformas de telemedicina y el monitoreo remoto.

Las TIC tienen, además, una función de interacción social y creación de comunidades. Tanto Ikwunne y Wall (2020) como Hidalgo (2022) y González-Ramírez & López-Gracia (2020) destacan como beneficio para esta labor de creación de comunidades el uso tanto las redes sociales como de otras plataformas digitales; y añaden que otra de las tecnologías más empleadas son los teléfonos móviles.

Por su parte, Dueñas & Llorente (2019) destacan el ámbito de la administración, en la que las TIC han aportado por medio de la digitalización de procesos.

En el sector educativo, las TIC favorecen en la formación de la identidad digital de los jóvenes y en sus interacciones sociales. En general, las TIC Influyen en la

capacitación de futuros ciudadanos, preparándolos para el ámbito digital (Hidalgo, 2022) y (Gutiérrez & Mercader-Rubio, 2023).

2.2.3 Retos y desafíos

Entre los principales retos y desafíos de las TICs destacan los siguientes:

- Diferencias notables en el acceso y utilización de las TIC marcadas por la edad, el nivel de educación, los ingresos o la localización geográfica (Gutiérrez & Mercader-Rubio, 2023; Ikwunne & Wall, 2020).
- Falta de inclusión de mujeres jóvenes en el sector de las TIC, como desafío específico. (Dueñas & Llorente, 2019).
- Carencia de habilidades digitales (Gutiérrez & Mercader-Rubio, 2023).
- Aversión al cambio por parte de los usuarios y su falta de compromiso, en algunas ocasiones (Ikwunne & Wall, 2020). Es necesario formar a la sociedad en competencias tecnológicas buscando comprometerles a la vez que abastecer las necesidades del mercado (Dueñas & Llorente, 2019).
- La presencia de violencia en línea mediante aparatos móviles y redes sociales, que incluye amenazas y violencia verbal y psicológica. Es importante concienciar a los jóvenes para fomentar un uso responsable de las TIC (González-Ramírez & López-Gracia, 2020).
- Falta de infraestructura de calidad y desigualdades en el acceso a las TIC en la educación (Hidalgo, 2022). Garrido y García-Collantes (2021) añaden la necesidad de establecer un uso responsable de las TIC para proteger a los menores.
- Inclusión de las TIC en la educación docente afrontando sus retos: la capacitación del docente, la necesidad de un proceso de trabajo y de organización de los recursos digitales (Hidalgo, 2022).

Pese al notable crecimiento experimentado por las TIC, aún siguen existiendo numerosas limitaciones. El principal desafío se enfoca en la necesidad de mejorar las competencias tecnológicas de las personas a nivel mundial. (Dueñas & Llorente, 2019).

2.3 Inteligencia Artificial, IA

Toosi et al. (2021) recogen la definición de inteligencia artificial, en adelante IA, como “la teoría y el desarrollo de sistemas informáticos capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como la percepción visual, el

reconocimiento de voz, la toma de decisiones y la traducción entre idiomas” (p. 3). La IA imita habilidades pertenecientes a la mente humana. Según Toosi et al. (2021), John McCarthy, fundador del concepto IA en 1956, es “la ciencia y la ingeniería de hacer máquinas inteligentes” (p.6).

Por su parte, Russell y Norvig (2016) destacan entre las principales características de la IA las siguientes:

- Razonamiento y toma de decisiones. Capacidad de resolver problemas y actuar de manera informada.
- Aprendizaje automático. Mejora continua a través del análisis de datos.
- Interacción con el entorno.
- Procesamiento de lenguaje natural. Comprensión y generación de comunicación en lenguaje humano.
- Representación del conocimiento de forma estructurada de información para facilitar el razonamiento.
- Automonitoreo. Evaluación y adaptación del rendimiento en diferentes contextos.
- Autonomía: Realización de acciones sin intervención humana directa.

2.3.1 Evolución de la IA

De acuerdo con Toosi et al., (2021) se diferencian varias etapas en la evolución de la IA, las cuales se explican a continuación:

- El optimismo temprano de 1950-1960. Es la etapa en la que surge la IA y sus primeros avances, en 1956. Alan Turing presenta el Test de Turing. Periodo caracterizado por un notable optimismo sobre el potencial de la IA. Se crean programaciones sencillas capaces de dar solución a algunos problemas matemáticos y se pone a prueba la inteligencia de las máquinas por medio del ajedrez, siendo el primer juego sobre el que se probó la IA.
- Primer invierno de la IA de 1970-1980. Durante esta época se produce un freno en el desarrollo de la IA debido al incumplimiento de expectativas, por limitaciones tecnológicas, altos costes de procesamiento y falta de financiación.
- Resurgimiento en los años 90. El poder computacional y el manejo de grandes volúmenes de datos produce un nuevo avance. Los algoritmos de redes neuronales y el aprendizaje automático son factores clave,

obteniéndose éxitos clave como el reconocimiento de patrones o la clasificación de la información.

- La aparición de Deep Learning en los años 2000. La aparición de los algoritmos de aprendizaje profundo, deep learning, ha supuesto uno de los avances más significativos. Estos algoritmos han sido fundamentales para el reconocimiento de imágenes, traducción automática, y procesamiento de lenguaje natural. El desarrollo en el hardware de procesamiento, GPU; y en grandes conjuntos de datos, Big Data, fue esencial para la efectividad del deep learning.
- La expansión de la IA en los años 2010-2020. Según Toosi et al. (2021) la IA comienza a tomar partido en la vida cotidiana surgiendo numerosas aplicaciones, desde asistentes virtuales hasta automóviles autónomos o robots. Surgen modelos de lenguaje más sofisticados como GPT o BERT, suponiendo una revolución en la interacción entre el hombre y la máquina.
- IA generativa y computación cuántica: presente y futuro. La IA generativa y la computación cuántica son los pilares del futuro. GPT-3 y DALL·E están revolucionando la generación de contenidos, mientras que la computación cuántica tiene el potencial de transformar el procesamiento de datos, solucionando problemas complejos a una velocidad nunca antes vista. No obstante, también se enfatiza la importancia de un desarrollo ético y responsable, que asegure el progreso tecnológico en favor de la sociedad.

2.3.2 Principales dispositivos y tecnologías de IA

Algunas de las tecnologías de IA y dispositivos de la era actual son los siguientes:

- Machine Learning o aprendizaje automático. Según Russell y Norvig (2016) es uno de los campos fundamentales de la IA. Es esencial en tecnologías actuales como la identificación de patrones y la toma de decisiones independiente. Un ejemplo de esto se encuentra en los sistemas de recomendación, plataformas como Amazon o Ebay que utilizan algoritmos de IA para personalizar el contenido y mejorar la experiencia del usuario (Toosi et al., 2021).
- Redes neuronales artificiales y redes neuronales profundas, Deep learning. Están inspiradas en el cerebro humano y son la base del aprendizaje

profundo. Se usan en la resolución de tareas complicadas como la clasificación y la predicción (Russell y Norvig 2016). Se puede ver un ejemplo de estas redes en los vehículos autónomos, que procesan datos en tiempo real y en base a ellos toman decisiones. Estos coches han supuesto una revolución en diversas industrias siendo un ejemplo de avance claro de la IA (Toosi et al., 2021).

- Visión por computadora. Lo cual permite el reconocimiento de imágenes y la conducción autónoma al facilitar a las máquinas la interpretación y comprensión del material visual (Russell y Norvig 2016).
- Procesamiento del lenguaje natural o PNL. Facilita el entendimiento y creación de lenguaje humano por parte de las máquinas. Utilizado en aplicaciones de traducción de idiomas y análisis de textos (Russell y Norvig 2016).
- Sistemas expertos. Son sistemas que simulan como es el proceso de decisión del humano. Resultan esenciales en ámbitos como el diagnóstico médico y la toma de decisiones en sectores especializados (Russell y Norvig 2016).
- Robótica. Es un pilar fundamental de la IA. A través de algoritmos de planificación y control, los robots son capaces de relacionarse con el mundo de las personas y llevar a cabo tareas concretas (Russell y Norvig 2016). Se han creado tanto robots industriales como robots sociales que se relacionan con su entorno (Toosi et al., 2021).

2.3.3 Aplicaciones actuales de la IA

Según Montalván-Velez et al. (2024) la IA se ha convertido en un elemento esencial en diversos ámbitos:

- Medicina: para la predicción de enfermedades y el diagnóstico asistido así como se sigue perfeccionando la creación de robots asistidos por IA para procesos quirúrgicos de cirugía.
- Periodismo: el análisis de grandes volúmenes de datos, la personalización de contenido o la redacción de noticias por automotivación son mejoras que introduce la IA en este sector.
- Industria de la moda: en este ámbito la IA cobra una especial atención ayudando en la predicción de tendencias de compra, la creación de

herramientas de diseño asistido o la personalización de la experiencia de compra.

- Educación: en el ámbito de la educación cabe destacar una mejora en la motivación y participación del alumnado, la posibilidad de personalización del aprendizaje por medio de tutorías inteligentes así como automatizar el proceso de evaluación.

3. Neuroeducación, TIC e IA: Hacia la Educación del Futuro

Baelo y Cantón (2009) analizan las TIC en la educación superior española y sostienen que gracias a ellas el proceso de aprender es más fácil y accesible. Las TIC conectan a estudiantes y profesores desde cualquier lugar, ofrecen información al instante y permiten que las clases lleguen a más personas sin importar el tiempo o la distancia. Por su parte, Monguí et al. (2021) examinan el comportamiento de los adolescentes frente a las TIC y argumentan que, para mejorar la educación, es fundamental reconocer a los adolescentes no solo como usuarios de tecnologías, sino como individuos activos que pueden transformar su experiencia educativa al utilizar de manera adecuada las herramientas digitales.

De manera complementaria, la IA amplía las posibilidades de las TIC en la educación al ofrecer soluciones más personalizadas y automatizadas. Yuskovych-Zhukovska et al. (2022) recogen las siguientes oportunidades de la IA en la educación:

- Facilita la obtención de información y datos que permiten la creación de nuevas formas de enseñar.
- Ayuda a la personalización y adaptación del aprendizaje.
- Promueve el acceso a la educación para personas con discapacidad y en situaciones más vulnerables.
- Optimiza el tiempo y la labor del profesor mediante automatización de tareas.
- Crea mejores estrategias educativas tras analizar grandes volúmenes de datos.
- Contribuye a una educación más equitativa y sostenible.

Para Vinichenko et al. (2020) las TIC, a las que se refiere bajo el término de economía digital y la IA, han transformado la enseñanza y mejorado la gestión en los colegios, además de contribuir a una formación laboral más cualificada.

Mur (2013) aborda el origen de las TIC en la educación de Secundaria y Bachillerato. En los inicios, estas tenían su presencia en las clases de informática, en las que se utilizaban hojas de cálculo y otros recursos digitales. Con la expansión de internet y de la digitalización se incorporaron otros elementos en clase, como el uso de las pizarras interactivas. También el uso de tablets o netbooks. Actualmente, los sistemas educativos siguen en proceso de desarrollo de las TIC.

En cuanto a los recursos digitales de los que disponen los profesores, según Mur (2013) cabe destacar los siguientes:

- Sitios webs docentes: “son páginas web de profesores de Economía, que ponen a disposición de la comunidad educativa una serie de recursos didácticos (apuntes, ejemplos de exámenes, tests interactivos, unidades interactivas, comics en pdf, animaciones, vídeo noticias, actividades sobre películas, webquests)” (p. 56). Algunos de los ejemplos de estos sitios webs son los siguientes: “Ecobachillerato (Tomás Guajardo); Econoaula (Felipe Foj); Compartiendo Conocimiento (José Sande); Blog de Blanca Cañamero; Aula de Economía (Gabriel Leandro); Ecomur (Fernando Mur)” (p.56)
- Materiales editoriales: se está intentando adaptar los libros de texto tradicionales a las TICs para que existan recursos digitales, por ejemplo DVSs con apartados interactivos de manera que faciliten el aprendizaje.
- Proyectos provenientes de Administraciones Públicas del sector económico. Entre ellos se destacan: *Aula Virtual del Banco de España*: busca enseñar la estabilidad de precios por medio de juegos interactivos. *Finanzas para Todos*: para fomentar el aprendizaje de cálculos financieros de manera interactiva. *Portal de Educación Cívico Tributaria*: enfocado en la sensibilización sobre el sistema tributario. Por último, el proyecto *Política Monetaria y Estabilidad de Precios del Banco Central Europeo*: con el objetivo de enseñar la política monetaria por medio de herramientas digitales.

Para aprender Economía, tanto los profesores dedicados a este sector, como los alumnos, poseen numerosos recursos digitales e interactivos enfocados en facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Para que se dé un mejor proceso de enseñanza-aprendizaje se requiere que las competencias básicas digitales mejoren, conseguir que el alumno esté motivado, así como incidir en una formación del docente adecuada (Mur, 2013).

La neuroeducación actúa como puente facilitador que ayuda a integrar las TIC y la IA en los procesos de enseñanza y aprendizaje para la mejora de la educación en la actualidad (Restrepo, 2024).

A continuación, se agrupan las formas de llevarlo a cabo:

- Interdisciplinariedad: la neuroeducación fusiona la neurociencia con la educación y está experimentando una transformación gracias a la integración de la IA y el razonamiento computacional. Esto ofrece una fuerte base teórica para relacionar estos dos sectores (Restrepo, 2024).
- Instrumentos y técnicas sofisticadas: la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático para manejar datos cerebrales y modificar técnicas de enseñanza, vincula la tecnología y la IA con la mejora del aprendizaje personal (Restrepo, 2024).
- Ambientes de aprendizaje flexibles: los sistemas de IA pueden generar experiencias de aprendizaje a medida, adaptándose a los requerimientos cognitivos de cada alumno y fusionando la tecnología educativa con los usos prácticos de la neuroeducación (Restrepo, 2024). Esta personalización del aprendizaje fomentará que se dé un entorno de aprendizaje más inclusivo (Yuskovych-Zhukovska et al., 2022).
- Innovación en el sector educativo: ámbitos como la programación o la robótica están ofreciendo nuevas posibilidades para una enseñanza y aprendizaje más eficiente, vinculando las TIC con el fortalecimiento de competencias cognitivas y creativas (Restrepo, 2024).

Las TIC y la IA son parte de una transformación global. La economía mundial ha cambiado debido a ellas, especialmente en lo referido a las competencias tanto de profesores como de alumnos. La enseñanza se ha transformado. Ha mejorado la gestión y automatización del sistema educativo, tornándose a un sistema de educación de mayor calidad (Vinichenko et al., 2020).

3. METODOLOGÍA

Para abordar este trabajo se va a realizar una revisión sistemática. La revisión sistemática es una manera de evidenciar la investigación de forma confiable. Para ello se seleccionarán múltiples estudios de los que se extraerán conclusiones sobre

sus efectos por medio de métodos sistemáticos. Estos estudios responderán a una pregunta claramente formulada (Higgins et al., 2019).

Para formular esta pregunta se ha utilizado el método PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*) de la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*). La pregunta formulada es la siguiente:

¿Qué producción científica existe sobre la eficacia (O) de las tecnologías emergentes, TIC, e inteligencia artificial, IA, en la personalización del aprendizaje del alumnado (C) en las asignaturas de contenido económico (I) en la Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional (P) entre 2014-2024?

3.1. Objetivos de la revisión

El objetivo general de la presente revisión sistemática es analizar la producción científica existente sobre la eficacia de las tecnologías emergentes, TIC, e inteligencia artificial, IA, en la personalización del aprendizaje del alumnado en las asignaturas de contenido económico en la Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional entre 2014-2024.

Los objetivos específicos de esta revisión sistemática se exponen a continuación:

- OE1. Identificar las principales tecnologías emergentes, TIC e IA, aplicadas a la enseñanza de economía en Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional en función de las principales conclusiones de los artículos examinados.
- OE2. Examinar la aplicación del enfoque metodológico de personalización del aprendizaje mediante TIC e IA en la enseñanza de economía en Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional en función de las principales conclusiones de los artículos examinados.
- OE3. Estudiar los artículos utilizados sobre neuroeducación, TIC e IA en la enseñanza de economía en Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional en función del país de publicación de los artículos examinados.
- OE4. Analizar la producción científica existente sobre la eficacia de las tecnologías emergentes, TIC, e inteligencia artificial, IA, en la personalización del aprendizaje del alumnado en las asignaturas de contenido económico en la Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional

entre 2014-2024 en función de las principales conclusiones de los artículos examinados.

3.2. Metodología de la investigación

La presente investigación sigue un enfoque cualitativo, basado en una revisión sistemática de la literatura. Este método permite analizar y sintetizar los estudios más relevantes sobre el tema, garantizando un proceso riguroso y estructurado en la selección de fuentes (Higgins et al., 2019).

La revisión se ha llevado a cabo a través de distintas bases de datos académicas, aplicando unos criterios de inclusión y exclusión previamente definidos para asegurar la relevancia y calidad de los trabajos analizados.

Para conocer la tendencia de los términos inteligencia artificial, TIC y neuroeducation, durante el período de 2014 a 2024, se ha llevado a cabo una búsqueda en las bases de datos Redalyc, ERIC, ScienceDirect, Scopus y SciELO. Los datos recopilados muestran un aumento general en la producción científica sobre IA y TIC, mientras que la producción sobre neuroeducación es considerablemente menor. Dicha información queda reflejada en la siguiente tabla:

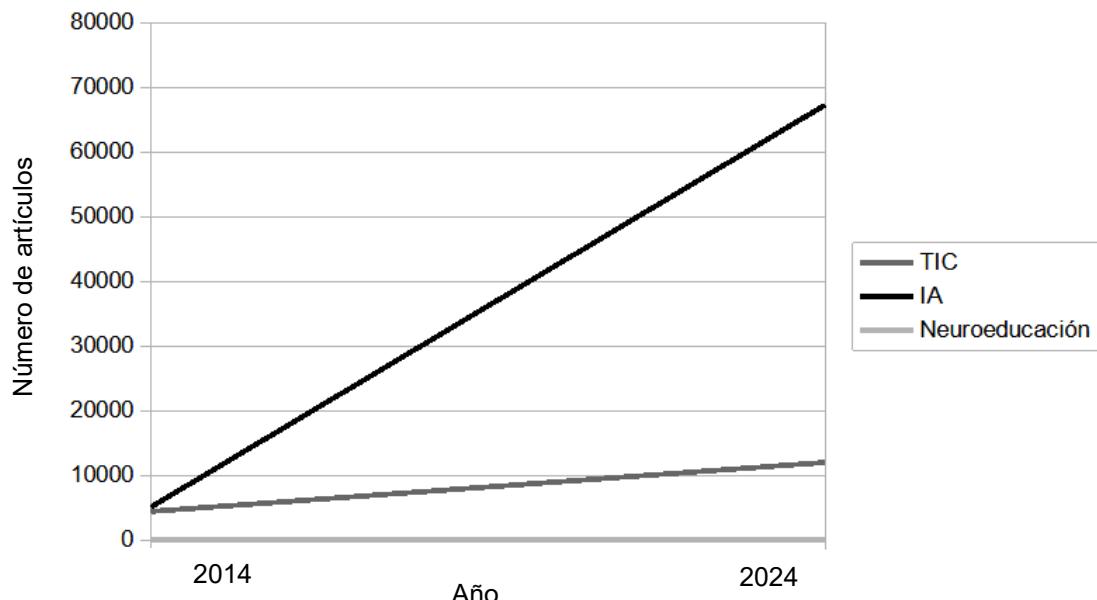
Tabla 1. Número de artículos escritos en ámbito de TIC, IA y Neuroeducación en 2014 y 2024.

Producción científica	TIC		IA		Neuroeducación	
	2014	2024	2014	2024	2014	2024
Redalyc	733	135	897	3.412	3	4
ERIC	320	308	2.887	1.985	2	4
Science Direct	4.432	12.013	5.088	67.313	1	20
Scopus	4.103	5.737	16.989	97.358	2	52
Scielo	116	167	31	460	0	4

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se muestra una gráfica en la que se puede observar de manera visual la tendencia de la producción científica en TIC, IA y neuroeducación:

Figura 1. Evolución de la producción científica en TIC, IA y Neuroeducación (2014-2024) tomando como referencia la base de datos de Science Direct.



Fuente. Elaboración propia

Los datos reflejados (Tabla 1 y Figura 1) muestran un aumento exponencial en la producción científica sobre Inteligencia Artificial (IA) a lo largo del período 2014-2024. La cantidad de publicaciones sobre IA en bases de datos como ScienceDirect y Scopus se ha multiplicado de manera extraordinaria, pasando de 5.088 a 67.313 y de 16.989 a 97.358 artículos, respectivamente. Este crecimiento refleja el papel central que la IA ha adquirido en la investigación y el desarrollo tecnológico en la última década.

En contraste, la investigación sobre TIC muestra signos de estabilización o incluso un leve descenso en algunas bases de datos. Aunque en ScienceDirect el número de publicaciones pasó de 4.432 a 12.013, en otras bases como Redalyc se observa una reducción significativa, de 733 a 135. Esto podría sugerir que el foco de la investigación ha cambiado, con un mayor interés en la IA como motor de innovación, lo que ha desplazado la atención que antes recibían las TIC de manera más general.

Por otro lado, la neuroeducación continúa siendo un campo emergente con una producción científica notablemente menor en comparación con la IA y las TIC. Aunque ha habido un ligero aumento en publicaciones, la magnitud del crecimiento es limitada. En Scopus, por ejemplo, se pasó de solo 2 publicaciones en 2014 a 52 en

2024, lo que sigue siendo un número reducido en relación con los otros temas analizados. Esto indica que la neuroeducación es aún un ámbito en desarrollo con mucho potencial por explorar, especialmente en su integración con la tecnología en la enseñanza de asignaturas económicas en las etapas de ESO, Bachillerato y FP.

Esta tendencia evidencia una brecha en la investigación sobre la convergencia entre tecnología, neuroeducación y enseñanza económica, lo que refuerza la relevancia de este trabajo y la necesidad de profundizar en estrategias innovadoras que aprovechen los avances en IA y TIC para optimizar los procesos de aprendizaje desde una perspectiva neurocientífica.

3.2.1 Estrategia de búsqueda

Tras plasmar los objetivos de la presente revisión sistemática, se lleva a cabo una búsqueda previa de la literatura científica existente. Se eligen determinadas palabras clave para acotar los resultados por medio de los operadores booleanos. Se seleccionan cinco bases de datos que pueden aportar riguroso contenido científico. Además, se establecen criterios de inclusión y exclusión.

Palabras clave

Las palabras clave utilizadas son: tecnologías emergentes, inteligencia artificial, IA, tecnologías de la información y comunicación, TIC, aprendizaje digital, pensamiento computacional, neuroeducación, personalización del aprendizaje, aprendizaje adaptativo, educación económica, economía, contenido económico, empresas, negocios, secundaria, bachillerato, formación profesional, adolescentes.

Además, para ampliar la búsqueda se han empleado también palabras en inglés: emerging technologies, artificial intelligence, AI, information and communication technologies, ICT, digital learning, computational thinking, neuroeducation, personalization of learning, adaptive learning, economic education, economics, economic content, companies, business, secondary, baccalaureate, vocational training, teenagers.

Bases de datos.

Para lograr responder a la pregunta planteada, se han consultado las siguientes bases de datos: Redalyc, ERIC, ScienceDirect, Scopus y SciELO. Se elegirán fuentes primarias y/o secundarias, se filtrarán los años, seleccionando el periodo comprendido entre 2014 a 2024, así como aquellos artículos escritos en español o inglés. Las

palabras clave se combinarán con los operadores booleanos AND/OR en las distintas búsquedas realizadas estableciendo así ecuaciones de búsqueda apropiadas.

Ecuaciones de búsqueda

Redalyc: ("tecnologías emergentes" OR "inteligencia artificial" OR "IA" OR "TIC" OR "aprendizaje digital" OR "pensamiento computacional") AND ("neuroeducación" OR "personalización del aprendizaje" OR "aprendizaje adaptativo") AND ("educación económica" OR "economía" OR "contenido económico" OR "empresas" OR "negocios") AND ("secundaria" OR "bachillerato" OR "formación profesional" OR "FP" OR "ESO" OR "adolescentes")

ERIC: ("emerging technologies" OR "artificial intelligence" OR "AI" OR "ICT" OR "digital learning" OR "computational thinking") AND ("neuroeducation" OR "personalized learning" OR "adaptive learning") AND ("economic education" OR "economy" OR "economic content" OR "business" OR "entrepreneurship") AND ("secondary education" OR "high school" OR "vocational education" OR "adolescents")

ScienceDirect: ("emerging technologies" OR "artificial intelligence" OR "AI" OR "ICT" OR "digital learning" OR "computational thinking") AND ("neuroeducation" OR "personalized learning" OR "adaptive learning") AND ("economic education" OR "economy" OR "economic content" OR "business" OR "entrepreneurship") AND ("secondary education" OR "high school" OR "vocational education" OR "adolescents")

Scopus: TITLE-ABS-KEY (("emerging technologies" OR "artificial intelligence" OR "AI" OR "ICT" OR "digital learning" OR "computational thinking") AND ("neuroeducation" OR "personalized learning" OR "adaptive learning") AND ("economic education" OR "economy" OR "economic content" OR "business" OR "entrepreneurship") AND ("secondary education" OR "high school" OR "vocational education" OR "adolescents"))

SciELO: ("tecnologías emergentes" OR "inteligencia artificial" OR "IA" OR "TIC" OR "aprendizaje digital" OR "pensamiento computacional") AND ("neuroeducación" OR "personalización del aprendizaje" OR "aprendizaje adaptativo") AND ("educación económica" OR "economía" OR "contenido económico" OR "empresas" OR "negocios") AND ("secundaria" OR "bachillerato" OR "formación profesional" OR "FP" OR "ESO" OR "adolescentes")

Criterios de inclusión y de exclusión

Los criterios de inclusión que se han llevado a cabo para la realización del cribado utilizado en la selección de la muestra bibliográfica son los siguientes:

- Publicaciones primarias (artículos originales, tesis doctorales) o secundarias (artículos de revisión y revisiones sistemáticas).
- Artículos publicados desde 2014 hasta 2024.
- Trabajos publicados en español e inglés.
- Estudios que se realicen en las siguientes etapas educativas: Educación Secundaria Obligatoria (ESO), Bachillerato y Formación Profesional (FP).

Criterios de exclusión. Los criterios de exclusión utilizados para la realización del cribado utilizado en la selección de la muestra bibliográfica son los siguientes:

- Trabajos sin base científica y publicaciones terciarias (libros de texto, resúmenes didácticos) o cuaternarias (textos de difusión popular, escritos científicos de divulgación).
- Se descartarán trabajos que no estén publicados entre 2014 y 2024.
- No se considerarán estudios publicados en otros idiomas que no sean español o inglés.
- Se excluirán investigaciones que no estén centradas en los niveles de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), Bachillerato o Formación Profesional (FP).

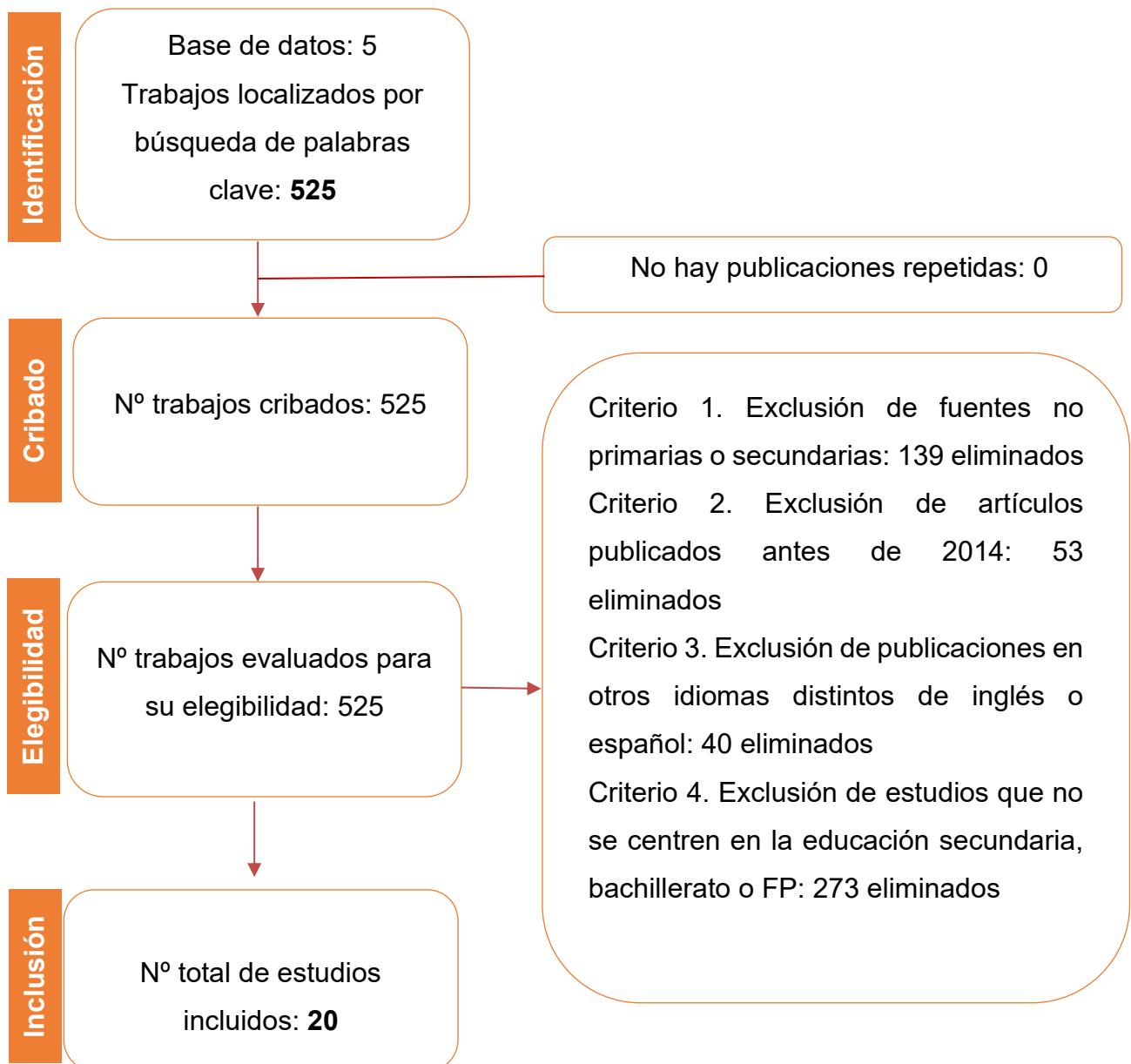
3.3 Diagrama de flujo

El proceso de búsqueda bibliográfica llevado a cabo en este estudio se detalla en el diagrama de flujo mostrado en la Figura 1. Para realizar la búsqueda, se consultaron cinco bases de datos: Redalyc, ERIC, Science Direct, Scopus y Scielo. La búsqueda se realizó utilizando palabras clave combinadas con los operadores booleanos AND y OR, aplicando filtros para garantizar que los resultados cumplieran con los criterios de inclusión establecidos.

En primer lugar, se filtraron las publicaciones según su naturaleza, seleccionando únicamente aquellas consideradas fuentes primarias o secundarias. Posteriormente, se aplicó un filtro temporal, considerando únicamente los artículos publicados entre 2014 y 2024. A continuación, se revisó el idioma de los documentos, reteniendo únicamente aquellos escritos en español o inglés. Por último, se aplicó el filtro específico de etapa educativa y se eliminaron aquellos artículos duplicados.

Como resultado, la muestra final quedó conformada por 20 estudios incluidos en la presente revisión.

Figura 1. Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia.

4. RESULTADOS

En esta revisión sistemática se incluyen 20 artículos científicos que cumplen con los criterios de búsqueda previamente establecidos. Tras el análisis de dichos artículos se presentan los resultados de la presente revisión sistemática en base a los cuatro objetivos específicos previamente definidos y recogidos en el apartado 3 de Metodología.

4.1. Solución final de resultados

A continuación, se muestra una tabla en la que se presentan los artículos incluidos, indicando sus autores y año de publicación:

Tabla 2. Artículos seleccionados por autor y año de publicación

Autor(es)	Año	Título
Arteaga, T., Doris, C., Osorio, C., César, J.	2024	Competencia digital en educación: una revisión sistemática.
Alfaro-Salas, H.; Díaz, J.A.	2024	Percepciones y Aplicaciones de la IA entre Estudiantes de Secundaria.
Barakina, E. Y.; Popova, A.V., Gorokhova, S., Voskovskaya, A.	2021	Digital Technologies and Artificial Intelligence Technologies in Education.
Bhutoria, A.	2022	Personalized education and Artificial Intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a Human-In-The-Loop model.
Elouafi, L., Lotfi, S., Talbi, M.	2021	Progress Report in Neuroscience and Education: Experiment of Four Neuropedagogical Methods.
Espinoza, J. K.; Pulla, P. M.; Sani, C. A.; Sinche, G. E.; Jurado, C. A.	2024	Neurodidactic strategies to improve meaningful learning of experimental science in High School Students.
Fernández, M. Á.; Valladares, M. G.; Moreira, Y. A.	2022	Propuesta interactiva para el desarrollo de las competencias digitales.
Gijón, J.; Gijón, M. K.; Lara, A. M.; Sempere, P. G.	2022	El mapa conceptual y el software CmapTools como herramientas neurodidácticas para la mejora del aprendizaje.
Hijón-Neira, R.; Connolly, C.; Pizarro, C.; Pérez-Marín, D.	2023	Prototype of a Recommendation Model with Artificial Intelligence for Computational Thinking Improvement of Secondary Education Students.
Ingkavara, T.; Panjaburee, P.; Srisawasdi, N.; Sajjapanroj, S.	2022	The use of a personalized learning approach to implementing self-regulated online learning.

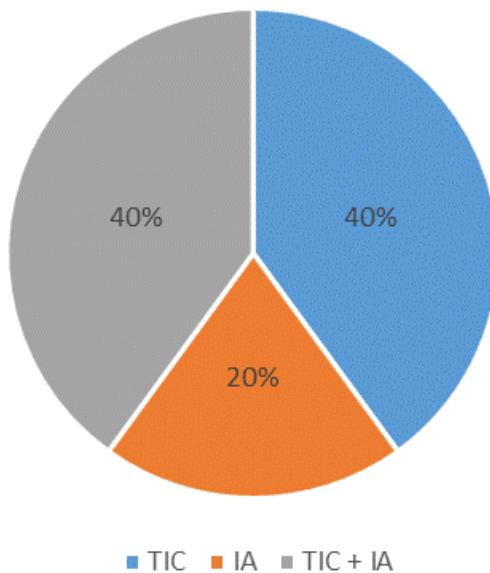
Islas, C.	2021	Conectivismo y neuroeducación: transdisciplinas para la formación en la era digital.
Kanobela, M. C.; Gallia, M. G.; Chana, D. M.	2022	El uso de juegos digitales en las clases de Matemática: Una revisión sistemática de la literatura.
Karakus, M.; Tlessov, A.; Hajar, A.; Courtney, M.	2024	Illuminating the Shadows: The Role of Private Supplementary Tutoring on Student Math Performance in PISA 2022.
Mejía, G.	2021	La aplicación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de nivel medio superior en Tepic, Nayarit. The Application of ICT.
Mtebe, J.; Kissaka, M. M.; Raphael, C.; Stephen, J. K.	2020	Promoting Youth Employment through Information and Communication Technologies in Vocational Education in Tanzania.
Meza, L. R.; Moya, M. E.	2020	TIC y neuroeducación como recurso de innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
Rico, F.; Puentes, P.	2015	Las neurociencias para el abordaje de la didáctica de las finanzas.
Trichkova-Kashamova, E.; Paunova-Hubenova, E.; Boneva, Y.; Dimitrov, S.	2024	Criteria and Approaches for Optimization of Innovative Methods for STEM Education.
UNESCO	2021	Understanding the impact of artificial intelligence on skills development.
Whitney-Smith, R.	2023	The emergence of computational thinking in national mathematics curricula: An Australian example.

Fuente: Elaboración propia

4.2. Resultados en función de las principales tecnologías emergentes

El primer objetivo específico de este trabajo, OE1, es identificar las principales tecnologías emergentes, TIC e IA, aplicadas a la enseñanza de economía en Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional en función de las principales conclusiones de los artículos examinados. A continuación, se exponen los resultados obtenidos:

Figura 2. Distribución de artículos por tecnología emergente



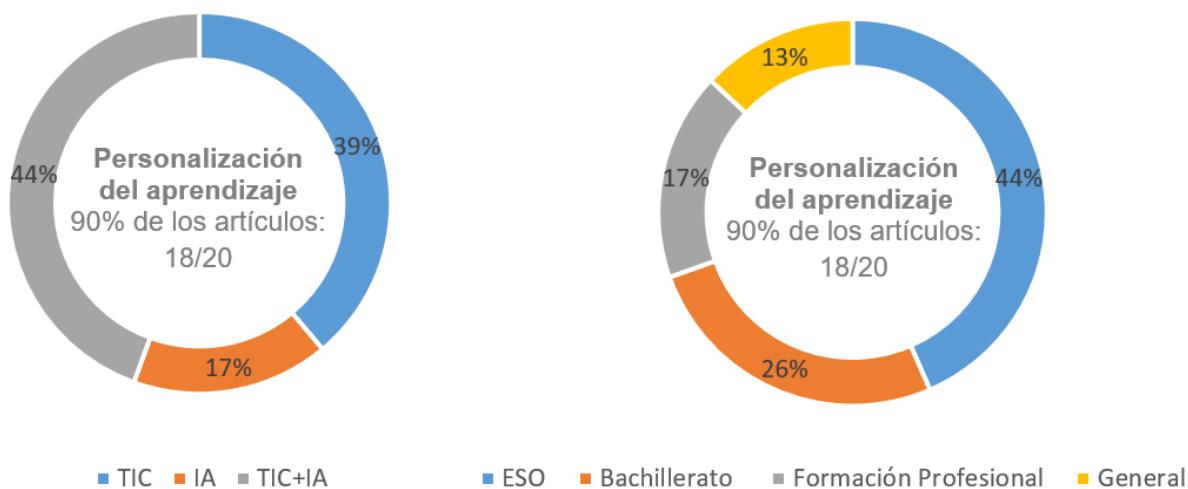
Fuente: Elaboración propia

En un 40% de los 20 artículos analizados, es decir, en 8 de ellos se estudia la aplicación tanto de TIC como de IA, en otro 40% se aborda el uso de plataformas e-learning, tecnologías digitales o gamificación, es decir, son 8 artículos enfocados en el uso de las TIC específicamente. El 20% de artículos restantes, 4 de ellos, se centran en la IA en la educación.

4.3. Resultados en función del enfoque neuroeducativo de personalización del aprendizaje

El segundo objetivo específico de este trabajo, OE2, es examinar la aplicación del enfoque metodológico de personalización del aprendizaje mediante TIC e IA en la enseñanza de economía en Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional en función de las principales conclusiones de los artículos examinados. A continuación se exponen los resultados obtenidos:

Figura 3. Distribución en función del enfoque neuroeducativo de personalización del aprendizaje



Fuente: Elaboración propia

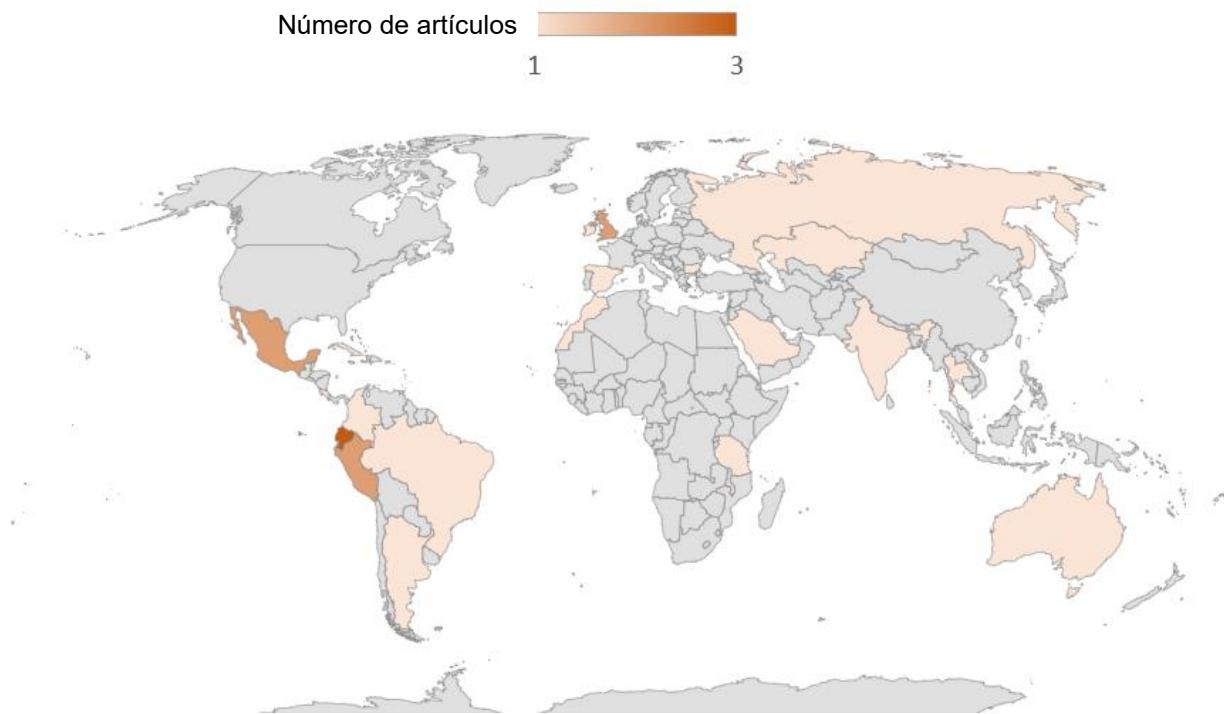
Un 90% del total de artículos revisados, que esto es, 18 de los 20 artículos totales, aborda la personalización del aprendizaje. De ese 90%, un 44% tratan la personalización del aprendizaje bajo la mirada de las tecnologías emergentes, asumiendo el enfoque integrado de TIC más IA. Por otro lado, de ese total de artículos que tratan sobre la personalización del aprendizaje, un 39% tratan sobre TIC y el 17% restante lo hace bajo la perspectiva de la IA.

En cuanto a las etapas educativas, cabe señalar que varios de los artículos hacen referencia a varias de las etapas educativas. En los porcentajes señalados se ha tenido en cuenta la cantidad de artículos que hacen referencia a cada una de las etapas educativas. Teniendo en cuenta esto, cabe destacar que la mayor parte de artículos que tratan sobre personalización del aprendizaje, lo hacen centrados en el nivel educativo de ESO, concretamente un 44%. Un 26% sería correspondiente a Bachillerato y un 17% a FP. Hay un porcentaje de un 13% que no se refleja en ninguna etapa educativa, pues trata la educación de bajo una visión más general o incluso la educación en el ámbito universitario. Cabe destacar que el uso de TIC e IA en las etapas de ESO y Bachillerato está más enfocado en el desarrollo cognitivo y adquisición y mejora de competencias, mientras que en la etapa de FP tiene un uso más práctico, con un enfoque en aplicabilidad para la vida.

4.4. Resultados en función del país de publicación de los artículos

El tercer objetivo específico de este trabajo, OE3, es estudiar los artículos utilizados sobre neuroeducación, TIC e IA en la enseñanza de economía en Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional en función del país de publicación de los artículos examinados. A continuación se exponen los resultados obtenidos:

Figura 4. Distribución de artículos por país de publicación



Fuente: Elaboración propia

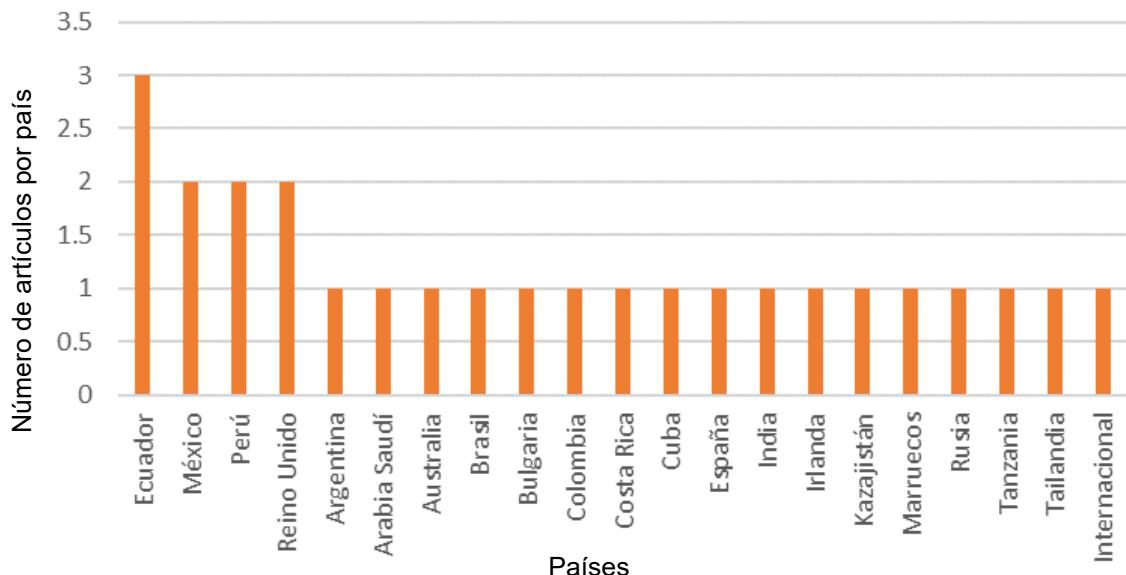
El mapa anterior, es un mapa coroplético o un mapa de calor político, que muestra la cantidad de países involucrados en los artículos de estudio referentes. Cabe destacar, que en el caso de artículos que tratan sobre varios países se ha contabilizado cada uno de los países.

La serie muestra de forma cuantitativa la cantidad de veces que un país es representado, siendo 3 veces la mayor aparición por parte de Perú.

El uso de este tipo de representación facilita visualizar de forma muy clara como el presente estudio aborda un tema de investigación con una clara relevancia a nivel mundial, pues los 20 artículos seleccionados se distribuyen a lo largo de todo el mapa.

Adicionalmente, se proporciona un desglose de la información por país por medio del siguiente diagrama de barras:

Figura 5. Distribución de número de artículos por país de publicación



Fuente: Elaboración propia

El análisis revela una notable variabilidad en la representación de países a lo largo del estudio, con una distribución geográfica diversa que abarca todos los continentes.

La mayor concentración, se observa en países de América Latina, como Ecuador, presente en 3 artículos, y Perú y México, presente en 2 artículos. Esto ha podido ser facilitado debido a la selección de artículos en idioma español, además del inglés.

Por otro lado, también se encuentran menciones a países de Europa, Reino Unido, e incluso de África, Asia y Oceanía, con países como Tanzania, Marruecos, Arabia Saudí, India y Australia.

Como se puede observar, los países más presentes en el estudio son Ecuador, con tres apariciones, seguido de Reino Unido, México y Perú con dos apariciones.

4.5. Resultados en función de las principales conclusiones de los artículos examinados

El cuarto objetivo específico de este trabajo, OE4, es analizar la producción científica existente sobre la eficacia de las tecnologías emergentes, TIC, e inteligencia artificial, IA, en la personalización del aprendizaje del alumnado en las asignaturas de contenido económico en la Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y

Formación Profesional entre 2014-2024 en función de las principales conclusiones de los artículos examinados. A continuación se exponen los resultados obtenidos:

Tabla 3. Conclusiones de los artículos analizados por año y autor

Autor(es)	Año	Conclusiones
Arteaga, T., Doris, C., Osorio, C., César, J.	2024	La formación continua y el acceso equitativo a tecnología resultan esenciales para personalizar el aprendizaje y mejorar el rendimiento académico en entornos digitales después de la pandemia sufrida por COVID. Por otro lado, a pesar de los avances en competencia digital, persisten carencias en la aplicación eficaz de herramientas TIC por parte de docentes y estudiantes.
Alfaro-Salas, H.; Díaz, J.A.	2024	Se evidencia una percepción diversa del alumnado sobre el uso de la IA en educación, destacando tanto su aplicación práctica como las implicaciones éticas. Se subraya la necesidad de una formación que promueva un uso consciente de la IA, así como el rol clave del profesorado en la incorporación de estas tecnologías para favorecer una educación personalizada y adaptativa.
Barakina, E. Y.; Popova, A.V., Gorokhova, S., Voskovskaya, A.	2021	El artículo destaca el papel transformador de las tecnologías digitales y la IA en la educación, especialmente en la mejora de procesos de enseñanza y aprendizaje personalizados. Subraya la necesidad de una regulación legal que garantice el uso ético y seguro de estas herramientas, remarcando su potencial en la formación de competencias digitales y en el diseño de entornos educativos adaptativos.
Bhutoria, A.	2022	Se evidencia que la aplicación de la IA en educación permite la personalización a través de análisis de datos masivos, optimizando rutas de aprendizaje según el perfil de cada estudiante. El estudio identifica avances significativos en los sistemas educativos de EE.UU., China e India, destacando beneficios como la predicción de dificultades, la retroalimentación inmediata y la adaptación de contenidos, aunque también se señalan desafíos relacionados con la privacidad, accesibilidad y equidad digital.
Elouafi, L., Lotfi, S., Talbi, M.	2021	El estudio confirma que las metodologías neuropedagógicas aumentan el compromiso, la atención y la memoria en estudiantes de secundaria. La integración de estas prácticas, basadas en la neurociencia, demuestra ser eficaz para personalizar la enseñanza en función del estilo de aprendizaje y el contexto emocional del alumnado.

Espinoza, J. K.; Pulla, P. M.; Sani, C. A.; Sinche, G. E.; Jurado, C. A.	2024	Constata que la implementación de estrategias neurodidácticas produce mejoras significativas en el aprendizaje de las ciencias experimentales en secundaria. Estas metodologías, centradas en la estimulación multisensorial, el aprendizaje activo y el uso de tecnologías interactivas, se presentan como herramientas eficaces para personalizar el proceso educativo y potenciar la motivación del alumnado.
Fernández, M. Á.; Valladares, M. G.; Moreira, Y. A.	2022	Se plantea una propuesta de formación digital para docentes y estudiantes, orientada a entornos virtuales de aprendizaje. El estudio evidencia que el uso de recursos interactivos favorece la adquisición de competencias digitales, lo que es clave para una enseñanza personalizada en contextos educativos mediados por tecnología.
Gijón, J.; Gijón, M. K.; Lara, A. M.; Sempere, P. G.	2022	Se valida el uso del software CmapTools y los mapas conceptuales como herramientas neurodidácticas efectivas para facilitar el aprendizaje significativo y detectar errores conceptuales. Las evidencias neurocientíficas respaldan su utilidad en procesos de personalización del aprendizaje, al estimular áreas cerebrales relacionadas con la comprensión y la memoria.
Hijón-Neira, R.; Connolly, C.; Pizarro, C.; Pérez-Marín, D.	2023	Se diseña y evalúa un modelo de recomendación basado en IA para mejorar el pensamiento computacional mediante entornos de programación visual y textual. El estudio demuestra que el sistema favorece la personalización del aprendizaje al adaptar la secuencia de conceptos y proporcionar ayudas específicas según el desempeño, lo cual mejora significativamente la comprensión de contenidos en estudiantes de secundaria.
Ingkavara, T.; Panjaburee, P.; Srisawasdi, N.; Sajjapanroj, S.	2022	Se demuestra que los entornos de aprendizaje online autorregulado, cuando integran mecanismos de personalización guiados por IA, mejoran significativamente el rendimiento académico. La adecuación de los contenidos y rutas de aprendizaje a las características individuales del estudiante refuerza su autonomía, motivación y capacidad de autorregulación.
Islas, C.	2021	Se defiende que el conectivismo y la neuroeducación, como enfoques transdisciplinarios, aportan herramientas teóricas y prácticas para comprender y guiar los aprendizajes en entornos digitales. La interacción entre tecnologías emergentes y el conocimiento sobre el funcionamiento cerebral posibilita una

		enseñanza personalizada adaptada a las dinámicas de la era digital.
Kanobela, M. C.; Gallia, M. G.; Chana, D. M.	2022	La revisión demuestra que los juegos digitales, especialmente los diseñados con fines educativos, favorecen la motivación, la participación activa y el desarrollo cognitivo del alumnado en Matemáticas. Estos recursos pueden personalizar el aprendizaje al adaptar los desafíos al ritmo y necesidades del estudiante.
Karakus, M.; Tlessov, A.; Hajar, A.; Courtney, M.	2024	El estudio revela que ciertas formas de educación complementaria, como la instrucción mediante video, tienen un impacto positivo en el rendimiento matemático de los estudiantes, especialmente en contextos de menor nivel socioeconómico. Destaca cómo estas estrategias personalizadas pueden contribuir a reducir brechas de aprendizaje, aunque su efectividad varía según el tipo de intervención y el entorno.
Mejía, G.	2021	Se identifica que las TIC, especialmente el uso habitual del ordenador y programas ofimáticos, se integran en las prácticas educativas de nivel medio superior como recursos de apoyo al aprendizaje. Su utilización se adapta a las necesidades del alumnado y facilita el desarrollo de tareas académicas, contribuyendo a una enseñanza más personalizada.
Mtebe, J.; Kissaka, M. M.; Raphael, C.; Stephen, J. K.	2020	El uso de las TIC en la FP demuestra mejorar significativamente las habilidades de empleabilidad de los jóvenes en Tanzania, desarrollando competencias clave del siglo XXI como la colaboración, liderazgo y creatividad. Este enfoque personalizado y práctico evidencia el potencial de las tecnologías como herramientas eficaces para conectar el aprendizaje con el mercado laboral real.
Meza, L. R.; Moya, M. E.	2020	Este estudio defiende la combinación de las TIC y la neuroeducación como base para una enseñanza más eficaz y personalizada. Promueve el uso de herramientas tecnológicas que, alineadas con el conocimiento sobre el funcionamiento cerebral, permiten desarrollar estrategias didácticas innovadoras que favorecen aprendizajes significativos en los estudiantes.
Rico, F.; Puentes, P.	2015	El artículo resalta la importancia de integrar las neurociencias en la enseñanza de las finanzas, promoviendo estrategias didácticas que consideren el funcionamiento del cerebro. Se propone un enfoque pedagógico contextualizado que utilice las emociones, la cognición y la neuroplasticidad para mejorar la comprensión y la personalización del aprendizaje financiero.

Trichkova-Kashanova, E.; Paunova-Hubenova, E.; Boneva, Y.; Dimitrov, S.	2024	Se plantea la necesidad de optimizar la enseñanza en STEM, Science, Technology, Engineering and Mathematics, mediante metodologías innovadoras que integren herramientas tecnológicas adecuadas. Es importante adaptar estas prácticas a las realidades locales y al perfil digital del profesorado, para con ello ofrecer una educación personalizada.
UNESCO	2021	La IA tiene un potencial transformador para los sistemas educativos, especialmente en la FP o TVET, por sus siglas en inglés, al permitir un aprendizaje personalizado y apoyar el aprendizaje a lo largo de la vida. Sin embargo, su implementación requiere planificación ética e inclusiva.
Whitney-Smith, R.	2023	El artículo expone cómo el pensamiento computacional, estrechamente vinculado al razonamiento matemático, se ha integrado en el currículo nacional australiano como estrategia para fomentar el aprendizaje profundo y personalizado. Resalta el papel clave de las tecnologías digitales y la IA para desarrollar habilidades cognitivas complejas y transferibles en el alumnado.

Fuente: elaboración propia

5. DISCUSIÓN

La revisión de los 20 artículos anteriores evidencia aspectos relevantes en común, obtenidos a partir de los resultados de la revisión sistemática, que pueden clasificarse como se muestra a continuación:

- Personalización del aprendizaje.
- Aplicación de la IA.
- Uso de TIC.
- Niveles educativos de ESO, Bachillerato y FP.
- Mejora en competencias de contenido económico.
- Limitaciones y retos detectados.

A continuación, se discuten los principales hallazgos encontrados en cada uno de los grupos que se diferencian:

Personalización del aprendizaje. La mayoría de los estudios abordados, tratan sobre la personalización del aprendizaje. Los estudios apuntan a que la personalización del aprendizaje es un eje transversal de la educación. Bhutoria (2022) e Ingkavara et al. (2022) coinciden en que los sistemas basados en IA permiten adaptar el aprendizaje a las necesidades individuales del alumnado, mediante análisis

de datos, retroalimentación inmediata y rutas personalizadas. Estas conclusiones se alinean con lo también expuesto por Halkiopoulos y Gkintoni (2024), quienes destacan cómo los sistemas adaptativos optimizan el proceso de enseñanza-aprendizaje con base en evidencias neurocientíficas.

Gijón Puerta et al. (2022), a través del uso de mapas conceptuales y el software CmapTools, aportan evidencia sobre el impacto positivo de herramientas neurodidácticas en la mejora del aprendizaje significativo, respaldando así las afirmaciones de Muñoz y Jacho (2024) sobre la importancia de la emoción, atención y memoria en el aprendizaje. Por su parte, Islas Torres (2021) señala la sinergia entre conectivismo y neuroeducación para crear entornos personalizados, lo que también es defendido por Restrepo (2024), quien destaca la interdisciplinariedad como motor de innovación educativa.

Además, Espinoza Rodríguez et al. (2024) y Elouafi et al. (2021) documentan mejoras sustanciales en la motivación y atención del alumnado mediante estrategias neurodidácticas y neopedagógicas. Estas prácticas coinciden con lo señalado por Aguilar-Chuquipoma (2020) y Huangal-Scheineder et al. (2024) sobre la necesidad de superar los neuromitos mediante formación docente especializada.

En definitiva, los artículos señalan que la personalización del aprendizaje permite ajustar el ritmo y progreso del aprendizaje, así como incrementar los conocimientos retenidos, favoreciendo el aprendizaje significativo, al conectar el conocimiento previo del alumno con nuevos contenidos mediante experiencias educativas especializadas.

En el caso de las asignaturas de contenido económico, la personalización del aprendizaje posibilita la incorporación de situaciones reales, de simulaciones de toma de decisiones e inclusión de problemas prácticos para resolver. Todo esto genera una oportunidad de aplicar el conocimiento en contextos específicos.

A pesar de que la personalización del aprendizaje aparece como un enfoque transversal en la mayoría de los estudios, son escasos los trabajos que la fundamentan explícitamente desde una perspectiva neuroeducativa, lo que pone de relieve una línea de desarrollo por explorar.

Aplicación de IA. Aplicar IA es un ámbito muy prometedor hoy en día, ya que puede suponer una verdadera transformación en la educación. El aumento exponencial de publicaciones sobre IA entre 2014 y 2024, especialmente en bases como ScienceDirect y Scopus, confirma el gran interés y atención existente sobre esta

tecnología actualmente. Sin embargo, la representación de enfoques neuroeducativos en este campo es baja o escasa. Varios de los estudios, analizan el comportamiento del estudiante utilizando IA. Esto permite entender las dificultades en el aprendizaje y la creación de rutas de aprendizaje personalizadas, así como el ofrecer feedback inmediato.

Por otro lado, Se han documentado experiencias en las que la IA se integra en entornos de programación educativa, sistemas de recomendación de contenidos y asistentes virtuales capaces de responder a dudas del alumnado. Hijón-Neira et al. (2023) desarrollan un modelo de recomendación que mejora el pensamiento computacional adaptando contenidos a cada estudiante. Este enfoque está en línea con lo que propone Yuskovych-Zhukovska et al. (2022), quienes destacan que la IA facilita el análisis de datos para mejorar las estrategias didácticas.

Todo ello permite realizar un seguimiento del progreso del alumnado, la detección tanto de errores comunes como de patrones de aprendizaje y una configuración de la intervención del profesor en el aula ajustada a las necesidades que se detecten. Alfaro-Salas y Díaz Porras (2024) reflejan percepciones positivas del alumnado hacia la IA pero señalan la necesidad de formación docente para su uso adecuado. Esta conclusión está en línea con lo expresado por Gutiérrez y Mercader-Rubio (2023) sobre la falta de competencias digitales en profesores como barrera clave. En definitiva, se puede programar el guiar al alumnado en la toma de decisiones complejas y en la resolución de problemas económicos

Por último, cabe señalar que diversos autores puntualizan la necesidad de establecer criterios éticos que reglen el uso de la IA en el sistema educativo, tanto por parte de alumnos como de profesores, para que prime un uso responsable. Bhutoria (2022) y UNESCO (2021) remarcan que, además de sus beneficios, la IA requiere una implementación ética e inclusiva. Esta preocupación también es compartida por Barakina et al. (2021), quienes subrayan la necesidad de regulaciones claras para un uso seguro en entornos educativos. Estas advertencias son coherentes con lo planteado por Colás-Bravo et al. (2021), respecto al peligro de automatizar sin supervisión el proceso educativo.

Uso de TIC. Las TIC siguen siendo un área en auge en cuanto a innovación educativa, sin embargo, se ha visto reflejado un desplazamiento del interés, ahora puesto sobre la IA. Esto no implica una pérdida de valor sino un cambio en las prioridades tecnológicas.

Los artículos analizados hacen referencia a diferentes recursos TIC como lo son: plataformas de aprendizaje online, aplicaciones móviles, herramientas colaborativas, juegos digitales, entornos gamificados, mapas conceptuales interactivos y simuladores. Las TIC dan flexibilidad al aprendizaje permitiendo la participación activa del alumno.

Kanobela et al. (2022) resaltan la eficacia de los juegos digitales en matemáticas, destacando su capacidad para adaptar los retos al nivel del alumnado. Esta gamificación como técnica personalizada se conecta con lo planteado por Zapata-Ros (2021) sobre el aprendizaje significativo mediante entornos interactivos.

En el caso de las asignaturas económicas, el uso de simuladores, hojas de cálculo y entornos visuales facilita la comprensión de conceptos abstractos y la aplicación de modelos económicos en casos reales. Concretamente, Mejía Salazar (2021) evidencia cómo el uso cotidiano de herramientas TIC como hojas de cálculo ayuda a personalizar tareas y mejorar la comprensión. Asimismo, Meza Mendoza y Moya Martínez (2020) defienden la combinación de TIC y neuroeducación para una enseñanza más eficaz, lo que refuerza los postulados de Mur (2013) respecto al papel central de los recursos digitales en la enseñanza económica.

Fernández Marín et al. (2022) muestran que los entornos virtuales y los recursos interactivos facilitan el desarrollo de competencias digitales y el aprendizaje autónomo, en línea con lo defendido por Hidalgo (2022) y Ikwunne y Wall (2020).

Las TIC también permiten organizar el contenido por niveles de competencia y adaptarlo. Los estudios muestran que, cuando están bien diseñadas e integradas en una estrategia pedagógica con sentido, las TIC son un elemento clave para lograr una enseñanza personalizada y eficaz.

Niveles educativos de ESO, Bachillerato y FP. El análisis de los artículos revela una distribución equilibrada entre los tres niveles educativos establecidos como foco del estudio: ESO, Bachillerato y FP. Aunque algunas investigaciones se centran en el contexto universitario o bajo una perspectiva general de la educación, la mayoría de los estudios incluidos presentan experiencias directas en secundaria y bachillerato. En estos niveles, como se observa en los trabajos de Espinoza Rodríguez et al. (2024) y Hijón-Neira et al. (2023) se destaca la necesidad de metodologías más dinámicas, flexibles y adaptadas a la diversidad del alumnado. Se prioriza el desarrollo de competencias cognitivas como el pensamiento crítico y conceptual así como la adquisición de comprensión de entornos económicos complejos. En FP, por su lado,

el uso de tecnologías se orienta hacia el mercado laboral y la empleabilidad de los alumnos. Esto se puede corroborar por medio de los estudios de autores como Mtebe et al. (2020) o Vinichenko et al., (2020).

Los estudios ponen de manifiesto que la tecnología es una herramienta de uso útil para facilitar la educación fomentando un aprendizaje más inclusivo y personalizado en las distintas etapas educativas analizadas.

Mejora en competencias de contenido económico. Los estudios abordan por medio de TIC e IA la toma de decisiones, la planificación, el pensamiento analítico o la gestión de recursos en las asignaturas de contenido económico. Estos estudios reflejan resultados positivos. Las TIC e IA facilitan la comprensión de conceptos complejos como el coste de oportunidad, la planificación financiera, el análisis de datos o comportamiento del consumidor. Estudios como los de Rico Calvano y Puentes Rozo (2015) refuerzan la idea de que la integración de la neurociencia en la enseñanza de finanzas promueve estrategias adaptadas emocional y cognitivamente al estudiante, mejorando la comprensión. Este hallazgo conecta con el papel de los neurotransmisores en el aprendizaje, según Muñoz y Jacho (2024). Por otro lado, González-Zamar y Abad-Segura (2020), junto con Luque de la Rosa et al. (2021), destacan también, cómo la IA contribuye a desarrollar habilidades como la toma de decisiones y la planificación. Por último, Rodríguez-Moreno et al. (2020) y Trichkova-Kashamova et al. (2024) confirman que las metodologías tecnológicas mejoran la adquisición de competencias transversales, como el pensamiento crítico o la autoevaluación, fundamentales en la economía del siglo XXI.

Se evidencia una relación positiva entre el uso de tecnologías emergentes y la capacidad de resolución de problemas del estudiante de asignaturas de contenido económico. Esto se da gracias a la posibilidad de participar en simulaciones e interactuar con escenarios reales de trabajo.

Limitaciones y retos detectados. Pese al auge despertado por estas tecnologías, los estudios señalan la existencia de numerosas barreras o retos relacionados, como así lo señalan Gutiérrez y Mercader-Rubio (2023). Entre ellos, cabe destacar la brecha digital, especialmente en sectores sociales más vulnerables, la falta de infraestructura existente, la resistencia al cambio de metodología, la falta de capacitación de los docentes en competencias tecnológicas según Arteaga Toro y Osorio Carrera (2024), o la falta de criterios para evaluar la ética y uso de la IA, tal y como sostienen Barakina et al. (2021) y UNESCO (2021). Por otro lado, existe un

miedo latente de que la automatización desplace al componente humano del proceso educativo. Pese a todo ello, los investigadores, tanto Meza Mendoza y Moya Martínez (2020) como Fernández Marín et al. (2022), apuntan a que todos estos retos son superables por medio del establecimiento de políticas y programas acordes que aborden las carencias y necesidades existentes.

Se requiere promover una cultura pedagógica enfocada en las competencias digitales, que sea tangible en la práctica; y que favorezca la personalización del aprendizaje.

6. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha puesto de manifiesto la relación entre neuroeducación y tecnologías emergentes, concretamente TIC e IA. Esto representa una oportunidad para la transformación del sistema educativo en las etapas de ESO, Bachillerato y FP de las asignaturas con contenido económico.

La revisión sistemática de los veinte artículos seleccionados evidencia que la personalización del aprendizaje es un enfoque prioritario en la educación, siendo una línea transversal en todos los artículos analizados. La personalización del aprendizaje se mejora y potencia por medio de la tecnología y de la digitalización, concretamente por medio del uso de entornos virtuales adaptativos como el uso de sistemas de recomendación.

La aplicación de TIC e IA es un recurso de alto valor para el docente, ayudándole a implementar procesos de enseñanza y aprendizaje más precisos, dinámicos y con el foco en el estudiante. Las TIC e IA permiten adaptar la educación a las especificidades individuales de los alumnos, permiten adaptar los contenidos, los ritmos del aprendizaje o las estrategias educativas.

En el ámbito de asignaturas de contenido económico se pueden crear escenarios simulados o se pueden resolver problemas centrados en toma de decisiones. En definitiva, permite la comprensión de entornos complejos por medio de visualizaciones, simulaciones y entornos interactivos.

Por otro lado, se concluyen diferencias en relación a los niveles educativos estudiados. En relación a ESO y Bachillerato las tecnologías se centran en conseguir competencias cognitivas como el pensamiento crítico, mientras que en FP el centro

de las TIC e IA es conseguir la empleabilidad. En FP el desarrollo de competencias digitales está enfocado en la práctica laboral.

Pese al potencial de las TIC y la IA, aún existen numerosos retos a los que hacer frente. Por un lado, la brecha digital así como la insuficiente capacitación del profesorado. Por otro lado, la resistencia a los cambios de metodología en la docencia o la falta de criterios en torno al uso de la IA y el temor que despierta en cuanto al límite de lo que es o no ético. En cualquier caso, los estudios analizados en el presente estudio llegan a la conclusión de que todos estos retos pueden ser superados. Para ello, sería necesario la aplicación de políticas inclusivas acordes, la creación de programas de capacitación del profesorado y de establecimiento de una mentalidad y cultura comprometida con la innovación y la tecnología.

Por último, resaltar que el análisis de la evolución de la producción científica entre 2014 y 2024 confirma un crecimiento exponencial en estudios sobre IA y, en menor medida, sobre TIC, mientras que la investigación sobre neuroeducación sigue siendo escasa. Existe la necesidad de investigación en neuroeducación así como la necesidad de su integración con las tecnologías emergentes. Esta falta de equilibrio no contradice los hallazgos sobre la personalización del aprendizaje, sino que revela que la personalización del aprendizaje ha sido abordada mayoritariamente desde marcos tecnológicos, sin profundizar aún en su fundamentación neuroeducativa. Esto refuerza la necesidad del presente trabajo y sugiere una línea de desarrollo necesaria y poco explorada.

En conclusión, este estudio apoya el objetivo principal de esta investigación: corroborar que la integración de tecnologías emergentes como TIC e IA en la educación, bajo la mirada de la neuroeducación, promueven un aprendizaje significativo y aumenta el rendimiento, transformando la educación. Su aplicación en el área de economía, tal y como pretende la LOMLOE, permite preparar a los alumnos para los desafíos del presente siglo, tanto académicos como profesionales.

En conjunto, los veinte artículos analizados ofrecen un respaldo sólido al objetivo general del presente trabajo, que consiste en analizar la eficacia del uso de tecnologías emergentes, especialmente las TIC y la inteligencia artificial, en la personalización del aprendizaje en asignaturas de contenido económico en la ESO, Bachillerato y Formación Profesional, desde la perspectiva de la neuroeducación.

De forma más detallada, las conclusiones permiten dar respuesta a los cuatro objetivos específicos planteados:

Respecto al primer objetivo específico, OE1, los artículos identifican una variedad de tecnologías emergentes aplicadas a la enseñanza de la economía, destacando el uso de entornos virtuales, plataformas adaptativas, herramientas de analítica del aprendizaje y aplicaciones basadas en inteligencia artificial, con presencia en los tres niveles educativos objeto de estudio.

En relación al segundo objetivo específico, OE2, los estudios revisados muestran cómo la aplicación de TIC e IA permite implementar metodologías de personalización del aprendizaje, con resultados positivos en la mejora del compromiso, la motivación y el rendimiento del alumnado, especialmente cuando se adaptan los contenidos y el ritmo de aprendizaje a las necesidades individuales.

En cuanto al tercer objetivo específico, OE3, se evidencia una diversidad geográfica en la procedencia de los estudios, con una notable representación de países europeos y latinoamericanos. Esta distribución geográfica permite comprender cómo se está desarrollando la integración de la neuroeducación, las TIC y la IA en distintos contextos educativos, aportando una visión amplia y comparativa de los resultados.

Finalmente, el cuarto objetivo específico, OE4, queda respaldado por múltiples estudios que analizan la producción científica entre 2014 y 2024, aportando evidencias empíricas sobre la eficacia del uso de tecnologías emergentes en la personalización del aprendizaje en materias económicas. Estos estudios muestran beneficios tanto en la adquisición de competencias como en el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas del alumnado.

6.1. Futuras líneas de investigación

A partir del análisis realizado, se proponen las siguientes líneas de investigación futuras:

- Profundizar en la integración entre neuroeducación y tecnologías emergentes. Se propone fomentar investigaciones que combinen la perspectiva neuroeducativa con el uso de TIC e IA, para abordar la brecha detectada de escasez de estudios científicos en este sentido.
- Realizar más pruebas y evaluaciones empíricas en contextos reales en el aula. Desarrollar investigaciones de intervención en centros educativos de ESO, Bachillerato y FP que integren tecnologías emergentes para la

enseñanza de contenidos económicos, con el fin de medir de forma directa su impacto en la personalización del aprendizaje.

- Profundizar en la personalización del aprendizaje bajo la mirada de la neuroeducación. Existe evidencia científica sobre la personalización del aprendizaje bajo la perspectiva del marco tecnológico pero esta es escasa desde el punto de vista de la neurociencia en la educación.
- Desarrollar recursos basados en IA para contenidos económicos. Crear herramientas específicas, como tutores inteligentes o sistemas de recomendación, adaptados a las características del alumnado en las distintas etapas.
- Analizar el papel del componente humano y la IA en la educación. Estudiar en qué aspectos la IA puede complementar al profesor y en cuáles no debería reemplazarlo, abordando el miedo existente sobre la suplantación de la figura del docente.
- Estudiar sobre el impacto ético y social del uso de IA en educación. Analizar las implicaciones éticas, especialmente en relación a la privacidad de los datos, la equidad de acceso y la toma automatizada de decisiones educativas.
- Análisis de la formación docente en el uso pedagógico de tecnologías emergentes. Estudiar sobre como preparar al profesorado para integrar estas tecnologías en el aula, así como diseñar programas formativos que favorezcan su adopción en los distintos contextos educativos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Chuquipoma, S. G. (2020). La neuroeducación y el aprendizaje. *Polo del Conocimiento*, 5(09), 558–578.
- Alfaro-Salas, H., & Díaz Porras, J. A. (2024). Percepciones y aplicaciones de la IA entre estudiantes de secundaria. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 17(1), 200–215. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i1.458>
- Arteaga Toro, D. C., & Osorio Carrera, C. J. (2024). Competencia digital en educación: Una revisión sistemática. *Revista de Investigación*, 1(1), 842–857. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13227973>
- Baelo, R., & Cantón Mayo, I. (2009). Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación superior española. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50/7, 1-12. <https://doi.org/10.35362/rie5071965>
- Barakina, E. Y., Popova, A. V., Gorokhova, S. S., & Voskovskaya, A. S. (2021). Digital technologies and artificial intelligence technologies in education. *European Journal of Contemporary Education*, 10(2), 285–296. <https://doi.org/10.13187/ejced.2021.2.285>
- Bhutoria, A. (2022). Personalized education and artificial intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a Human-In-The-Loop model. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100068. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100068>
- Castillo, P. (2023). Los límites éticos de la neuroeducación. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 35(2), 191-208. <https://doi.org/10.14201/teri.28580>
- Comisión Europea. (2020). Plan de acción de educación digital (2021-2027): Una visión común para una educación digital de alta calidad, inclusiva y accesible. Unión Europea.
- Comisión Europea. (2022). Informe final del grupo de expertos sobre inteligencia artificial y datos en educación y formación. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

Dueñas Fernández, D., & Llorente Heras, R. (2019). El empleo TIC en España: Un enfoque de edad por género. *Revista de Economía Laboral*, 16(2), 38–68.

Elouafi, L., Lotfi, S., & Talbi, M. (2021). Progress report in neuroscience and education: Experiment of four neuropedagogical methods. *Education Sciences*, 11(8), 373. <https://doi.org/10.3390/educsci11080373>

Espinoza Rodríguez, J. K., Pulla Salinas, P. M., Sani Holguín, C. A., Sinche Piedra, G. E., & Jurado Fernández, C. A. (2024). Neurodidactic strategies to improve meaningful learning of experimental science in high school students. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, (núm. especial), 268–278. <https://doi.org/10.47460/uct.v28iSpecial.823>

Fernández Marín, M. Á., Valladares González, M. G., & Alfonso Moreira, Y. (2022). Propuesta interactiva para el desarrollo de las competencias digitales. *Revista Virtual de Tecnología Educativa*, 5(2), 85–96.

Flores-González, E., & Trujillo-Rodríguez, A. V. (2024). Neuroeducación y neuromitos. *Revista Fedumar*, 11(1), 188-193. <https://doi.org/10.31948/fpe.v11i1.4301>

Foro Económico Mundial. (2025). *The future of jobs report 2025*. World Economic Forum. <https://es.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>

Garrido Antón, M. J., & García-Collantes, Á. (2021). El impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación. La importancia de la formación, la información y la sensibilización. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 21(enero-abril), 155–182.

Gijón Puerta, J., Gijón, M. K., Lara, A. M., & Sempere, P. G. (2022). El mapa conceptual y el software CmapTools como herramientas neurodidácticas para la mejora del aprendizaje. *Texto Livre*, 15, e40725. <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.40725>

Gobierno de España. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020.

González-Ramírez, T., & López-Gracia, A. (2020). La identidad digital de los adolescentes: usos y riesgos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Relatec: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(2), 1-14. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.2.73>

Gutiérrez Ángel, N., & Mercader-Rubio, I. (2023). Situación ante el uso y empleo de las TIC en España: Análisis en cuanto a la brecha digital pre-post pandemia. En M. Bermúdez Vázquez & A. Sánchez Cotta (Eds.), *Tecnofilosofía: Reflexión filosófica, inteligencia artificial y ciencia* (pp. 40–52). Dykinson.

Halkiopoulos, C., & Gkintoni, E. (2024). Leveraging AI in E-Learning: Personalized Learning and Adaptive Assessment through Cognitive Neuropsychology. A Systematic Analysis. *Electronics*, 13(3762). <https://doi.org/10.3390/electronics13183762>

Hijón-Neira, R., Connolly, C., Pizarro, C., & Pérez-Marín, D. (2023). Prototype of a recommendation model with artificial intelligence for computational thinking improvement of secondary education students. *Journal of Educational Technology & Society*, 26(5), 123–140.

Huangal-Scheineder, S., Cieza-Sánchez, J., Diaz-Paredes, M., Arriaga-Delgado, M., & Marchena-Tafur, A. (2024). Neuroeducation and impact on higher education: A systematic review. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 13(6), 3641–3652. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i6.29170>

Hidalgo, M. (2022). Análisis del concepto de Competencia Digital Docente: una revisión sistemática de la literatura. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa (RELATEC)*, 23(1), 1-18. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.23.1.25>

Higgins, J. P. T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (Eds.). (2019). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (2nd ed.). Wiley Blackwell.

Hoff, E. (2006). How social contexts support and shape language development. *Developmental Review*, 26(1), 55–88. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2005.11.002>

Ingkavara, T., Panjaburee, P., Srisawasdi, N., & Sajjapanroj, S. (2022). The use of a personalized learning approach to implementing self-regulated online learning. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100086.

Islas Torres, C. (2021). Conectivismo y neuroeducación: Transdisciplinas para la formación en la era digital. *CIENCIA ergo-sum*, 28(1), Art. 11. <https://doi.org/10.30878/ces.v28n1a11>

Kanobel, M. C., Galli, M. G., & Chan, D. M. (2022). El uso de juegos digitales en las clases de Matemática: Una revisión sistemática de la literatura. *Revista Andina de Educación*, 5(2), 1–8. <https://doi.org/10.32719/26312816.2022.5.2.12>

Karakus, M., Tlessov, A., Hajar, A., & Courtney, M. (2024). Illuminating the shadows: The role of private supplementary tutoring on student math performance in PISA 2022. *Large-scale Assessments in Education*, 12, 42. <https://doi.org/10.1186/s40536-024-00228-5>

kwunne, T., Hederman, L., & Wall, P. J. (2020). Understanding User Engagement in Information and Communications Technology for Development: An Exploratory Study. *En C. Ardito, R. Lanzilotti, A. Malizia, & G. Desolda (Eds.), Human-Computer Interaction. Springer Nature Switzerland AG 2020 C*, 2020, 710–721. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60114-0_46

Lupien, S. J., King, S., Meaney, M. J., & McEwen, B. S. (2001). Can poverty get under your skin? Basal cortisol levels and cognitive function in children from low and high socioeconomic status. *Development and Psychopathology*, 13(3), 653–676. <https://doi.org/10.1017/S0954579401003133>

Martínez, J., & López, R. (2022). The effect of a teacher training on neuroeducation for improving reading, mathematical, social, emotional and moral competencies of secondary school students: A two-year quasi-experimental study. *Journal of Educational Research*, 27(2022), 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2022.04.001>

Mejía Salazar, G. (2021). La aplicación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de nivel medio superior en Tepic, Nayarit. *Revista Iberoamericana de Educación Tecnológica*, 11(21), 200–215. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.694>

- Mtebe, J., Kissaka, M. M., Raphael, C., & Stephen, J. K. (2020). Promoting youth employment through information and communication technologies in vocational education in Tanzania. *International Journal of Vocational and Technical Education*, 12(3), 45–58.
- Meza Mendoza, L. R., & Moya Martínez, M. E. (2020). TIC y neuroeducación como recurso de innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *ReHuso*, 5(2), 85–96.
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/PCSP7350>
- Monguí Monsalve, M. M., Larrañaga, K. P., & Núñez-Gómez, P. (2021). Los niños, niñas y adolescentes frente al aula digital tensionada: Elementos para (des)problematizar la escuela. *Sociedad e Infancias*, 7(2), 201-216. <https://doi.org/10.5209/soci.91730>
- Montalván-Vélez, C. L., Mogrovejo-Zambrano, J. N., Romero-Vitte, I. J., & Pinargote-Carrera, M. L. del C. (2024). Introducción a la inteligencia artificial: Conceptos básicos y aplicaciones cotidianas [Introduction to artificial intelligence: Basic concepts and everyday applications]. *Revista de Tecnología e Innovación*, 4(1), 173-183. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/93>
- Mur Alegre, F. (2013). El uso de las TICs en la enseñanza de la Economía. *eXtoikos*, 10(2013), 55-57.
- Muñoz Díaz, J. N., & Jacho Alarcón, E. G. (2024). Neuroeducación en la mejora del proceso de aprendizaje en la educación superior: Factores, estrategias. *Revista de Investigación Educativa Niveles*, 1(1), 34-48. <https://doi.org/10.61347/rien.v1i1.56>
- Nacimba Rivera, N. O., & Tulcanazo Espinel, S. M. (2024). Neuroeducación como proceso de motivación. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(3) 4215-4224. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11632
- Neville, H. J., Stevens, C., Pakulak, E., Bell, T. A., Fanning, J., Klein, S., & Isbell, E. (2013). Family-based training program improves brain function, cognition, and behavior in lower socioeconomic status preschoolers. *Proceedings of the*

National Academy of Sciences, 110(29), 12138–12143.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1304437110>

OCDE. (2019). *La comprensión del cerebro: El nacimiento de una ciencia del aprendizaje*. Ediciones Universidad Católica Silva Henríquez.

Parlamento Europeo. (2018). *Informe sobre la educación en la era digital: retos, oportunidades y lecciones para el diseño de las políticas de la Unión (2018/2090(INI))*

PISA 2009: OCDE. (2010). Informe PISA 2009: Estudiantes en internet: Lectura de textos electrónicos. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

PISA 2025: OCDE. (2025). *Learning in the digital world: PISA 2025 framework*. Organization for Economic Cooperation and Development.

Rico Calvano, F., & Puentes Rozo, P. (2015). Las neurociencias para el abordaje de la didáctica de las finanzas. *Psicogente*, 19(35), 292–304.
<https://doi.org/10.17081/psico.19.35.1216>

Russell, S. J., & Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence: A modern approach* (3rd ed.). Pearson.

Restrepo Pineda, A. F. (2024). Conectando mentes y máquinas: Neuroeducación e IA en la era del pensamiento computacional. *Plumilla Educativa*, 33(1), 1-15.

Russell, S., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: A modern approach* (3rd ed.). Pearson Education, 175(2011), 835-937.
<https://doi.org/10.1016/j.artint.2011.01.005>

Shiohira, K. (2021). Understanding the impact of artificial intelligence on skills development. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization and International Centre for Technical and Vocational Education and Training (UNESCO-UNEVOC).

Toosi, A. N., Palade, V., Morley, J. G., & Cannings, T. (2021). A brief history of AI: How to prevent another winter (A critical review). *arXiv preprint arXiv:2109.01517*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2109.01517>

Trichkova-Kashamova, E., Paunova-Hubenova, E., Boneva, Y., & Dimitrov, S. (2024). Criteria and approaches for optimization of innovative methods for STEM education. *IFAC PapersOnLine*, 57(5), 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.07.137>

Victoria-Maldonado, J. J., Fuentes-Cabrera, A., Fernández-Cerero, J., & Sadio-Ramos, F. J. (2024). Influencia de la Realidad Virtual en el rendimiento académico en Educación Secundaria a través de un metaanálisis [Influence of Virtual Reality on Academic Performance in Secondary Education Through a Meta-Analysis]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 71, 7-24.

Vinichenko, M. V., Rybakova, M. V., Vinogradova, M. V., Malyshev, M. A., & Maksimov, A. A. (2020). The effect of digital economy and artificial intelligence on the participants of the school educational process. *Propósitos y Representaciones*, 8, 1-15. <https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8nSPE2.694>

Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero, S., & Van den Brande, G. (2016). DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2791/11517>

Whitney-Smith, R. M. (2023). The emergence of computational thinking in national mathematics curricula: An Australian example. *Journal of Pedagogical Research*, 7(2), 85–100. <https://doi.org/10.33902/JPR.202318520>

Yuskovych-Zhukovska, V., Poplavská, T., Diachenko, O., Mishenina, T., Topolnyk, Y., & Gurevych, R. (2022). Application of artificial intelligence in education. Problems and opportunities for sustainable development. BRAIN. *Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 13(1Sup1), 339–356. <https://doi.org/10.18662/brain/13.1Sup1/322>