

Transformando la educación: IA y realidades aumentada y virtual en la formación docente

Transforming Education: AI and Augmented/Virtual Realities in Teacher Training

Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.
viviana.lucero@ulpgc.es

Fecha de Recepción: 05/06/2024

Fecha de Aceptación: 05/08/2024

Fecha de Publicación: 30/09/2024

Cómo citar el artículo

Lucero Baldevenites, E. V. (2024). Transformando la educación: IA y realidades aumentada y virtual en la formación docente [Transforming Education: AI and Augmented/Virtual Realities in Teacher Training]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 01-16.
<https://doi.org/10.31637/epsir-2024-854>

Resumen

Introducción: Este estudio analiza la integración de inteligencia artificial (IA) y tecnologías de realidad aumentada (RA) y virtual (RV) en la formación docente, evaluando su impacto en el rendimiento académico y la motivación de los futuros docentes. **Metodología:** Se utilizó un enfoque mixto que incluyó revisión de literatura, selección de casos de estudio, encuestas, entrevistas semiestructuradas, observaciones en el aula y análisis de documentos. Los datos fueron analizados mediante técnicas estadísticas y de contenido. **Resultados:** Los resultados mostraron una mejora significativa en el rendimiento académico y motivación, gracias a la retroalimentación personalizada proporcionada por la IA y las experiencias inmersivas ofrecidas por RA/RV. Se identificaron desafíos tecnológicos y éticos, como la necesidad de infraestructura adecuada y la privacidad de datos. **Discusión:** Aunque la personalización del aprendizaje fue un aspecto clave, las preocupaciones éticas y tecnológicas requieren atención urgente. La inversión en infraestructura y políticas éticas es fundamental para superar estos desafíos. **Conclusiones:** La integración de IA y RA/RV tiene el potencial de transformar la formación docente, pero es crucial abordar los retos tecnológicos y éticos para maximizar sus beneficios. Se recomienda fomentar la innovación y realizar más investigaciones sobre su impacto a largo plazo.

Palabras clave: inteligencia artificial; realidad aumentada; realidad virtual; formación docente; educación; personalización del aprendizaje; innovación tecnológica; retroalimentación personalizada.

Abstract:

Introduction: This study analyzes the integration of artificial intelligence (AI) and augmented reality (AR) and virtual reality (VR) technologies in teacher education, assessing their impact on the academic performance and motivation of prospective teachers. **Methodology:** A mixed approach was used including literature review, case study selection, surveys, semi-structured interviews, classroom observations and document analysis. Data were analyzed using statistical and content analysis techniques. **Results:** The results showed a significant improvement in academic performance and motivation, thanks to the personalized feedback provided by AI and the immersive experiences offered by AR/VR. Technological and ethical challenges were identified, such as the need for adequate infrastructure and data privacy. **Discussion:** Although personalization of learning was a key aspect, ethical and technological concerns require urgent attention. Investment in infrastructure and ethical policies is critical to overcome these challenges. **Conclusions:** The integration of AI and AR/VR has the potential to transform teacher education, but it is crucial to address technological and ethical challenges to maximize its benefits. Encouraging innovation and further research on its long-term impact is recommended.

Keywords: artificial intelligence; augmented reality; virtual reality; teacher training; education; personalized learning; technological innovation; personalized feedback

1. Introducción

La formación docente es una piedra angular del sistema educativo, y su mejora continua es esencial para garantizar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en todos los niveles educativos. Tradicionalmente, la formación docente ha dependido de métodos presenciales y enfoques pedagógicos establecidos, pero el avance tecnológico ha abierto nuevas posibilidades para innovar en este campo. Entre las tecnologías emergentes que prometen transformar la formación docente se encuentran la inteligencia artificial (IA) y las realidades aumentadas (RA) y virtual (RV).

La inteligencia artificial se refiere a sistemas computacionales capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el reconocimiento de voz, la toma de decisiones y el aprendizaje (Durand, 2019; Porcelli, 2020). En el contexto educativo, la IA puede utilizarse para personalizar el aprendizaje, proporcionar retroalimentación en tiempo real y analizar grandes volúmenes de datos educativos para mejorar las prácticas pedagógicas. Por otro lado, la RA y la RV son tecnologías que permiten crear experiencias digitales inmersivas. La RA superpone información digital al mundo real, mientras que la RV crea entornos virtuales completamente separados de la realidad física (Jiménez *et al.*, 2024; Juca *et al.*, 2020; Maquilón *et al.*, 2017). Estas tecnologías pueden enriquecer el proceso educativo al ofrecer experiencias prácticas y visuales que son difíciles de replicar en un aula tradicional.

La integración de IA y RA/RV en la formación docente no solo representa una oportunidad para mejorar la enseñanza, sino que también plantea una serie de desafíos y consideraciones. La infraestructura tecnológica necesaria, incluido el metaverso, la capacitación de los docentes en el uso de estas herramientas y las implicaciones éticas de la IA son algunos de los aspectos que deben abordarse para asegurar una implementación efectiva y equitativa (Piedra *et al.*,

2024; Ruiz *et al.*, 2024). Sin embargo, los beneficios potenciales de estas tecnologías, como la personalización del aprendizaje y la creación de experiencias educativas inmersivas, hacen que valga la pena explorar su integración en la formación docente.

En este contexto de rápida evolución tecnológica, la realidad extendida (realidad virtual, aumentada y mixta) continúan evolucionando, por ejemplo, la creación de entornos y experiencias más realistas por medio de inteligencia artificial producirán mejores resultados de aprendizaje. También en lo que se avanza en la tecnología de 5G, podemos dar un gran salto en conectividad con experiencias que incluyen realidad aumentada, realidad virtual, autos sin conductor, telemedicina y ciudades inteligentes. Industrias como la atención de la salud, defensa, manufactura y el transporte se transformarán para siempre (Bojórquez, 2022).

En particular, la realidad aumentada consiste en utilizar un conjunto de dispositivos tecnológicos que añaden información virtual a la información física, para crear con ello una nueva realidad, pero donde tanto la información real como la virtual desempeñan un papel significativo (Muñoz - Hernández *et al.*, 2020).

De todas maneras, esta tecnología es cada vez más íntima con el cuerpo humano. La cultura ciberpunk ya vislumbró el concepto de ciborg con procedimientos médicos invasivos, insertando diferentes prótesis con una interacción cada vez mayor con nuestro sistema nervioso. Parece que hay un impulso inconsciente detrás del desarrollo tecnológico. Ciertamente, hay algo porque el “*mono inquieto*” sigue y sigue (Bryson, 2004). Aparentemente, hay algo que empuja a los humanos a crear y adoptar nuevas tecnologías. Estamos empezando a mezclar y/o transferir nuestra base estructural de carbono de ser vivo a una base de silicio de tipo informático. Como si los humanos fueran una especie de oruga, construyendo un capullo *tecnológico* del que emergerá una mariposa binaria, más ligera que las formas de vida *biológicas*, casi metafísica y, sin embargo, más compleja y adaptable (Rogan y Fridman, 2018). Al igual que Darwin identificó la selección natural y Lynn Margulis propuso la simbiogénesis (Gatti, 2006), se podría sugerir que existen fuerzas que impulsan a todos los seres vivos hacia una mayor complejidad, en un proceso anti-entrópico. En este sentido, la evolución digital podría estar estrechamente vinculada a estos mismos mecanismos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Principal

Investigar y analizar cómo la integración de la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías de realidad aumentada (RA) y virtual (RV) puede revolucionar la formación docente, mejorando tanto las metodologías de enseñanza como la experiencia de aprendizaje de los futuros educadores.

1.1.2. Secundarios

Evaluar las metodologías actuales de formación docente que incorporan IA y RA/RV, identificando las prácticas más efectivas y los desafíos más comunes.

Analizar los impactos de la integración de IA y RA/RV en el rendimiento y la motivación de los futuros docentes, así como en la personalización del aprendizaje

Explorar las implicaciones éticas y los requisitos de infraestructura necesarios para implementar de manera efectiva IA y RA/RV en la formación docente.

1.2. Beneficios de la IA en la formación docente

Uno de los principales beneficios de la IA en la formación docente es su capacidad para personalizar el aprendizaje, al respecto Bhutoria (2022), afirma que la IA es eficaz para atender las distintos requisitos de aprendizaje, hábitos y habilidades de los estudiantes, ayudándolos a seguir rutas de aprendizaje personalizadas. De ahí, la percepción que la IA puede analizar datos sobre el rendimiento de los estudiantes y adaptar el contenido educativo para satisfacer las necesidades individuales. Esto es especialmente útil en la formación docente, donde los futuros maestros pueden tener diferentes niveles de conocimiento y habilidades (Bedoya *et al.*, 2024). De hecho, se infiere que mediante el uso de sistemas de IA, los programas de formación pueden ajustarse para proporcionar apoyo adicional a aquellos que lo necesitan y desafiar a aquellos que están avanzando rápidamente.

Además, la IA puede ofrecer retroalimentación instantánea y adaptativa, lo cual es crucial para el aprendizaje efectivo. En un entorno de formación docente, los futuros maestros pueden beneficiarse enormemente de la retroalimentación en tiempo real sobre sus prácticas pedagógicas y el manejo del aula. No obstante, Pratama *et al.* (2023) indica que los estudiantes perciben la IA como una herramienta complementaria, no como un reemplazo para los profesores, lo que subraya la importancia de la relación humana en el proceso educativo. Por lo tanto, los sistemas de IA pueden evaluar las interacciones de los maestros y estudiantes para proporcionar sugerencias específicas para mejorar. Esto no solo ayuda a los futuros docentes a mejorar sus habilidades, sino que también les permite experimentar con diferentes enfoques pedagógicos y recibir retroalimentación inmediata sobre su efectividad.

Adicionalmente, la IA puede facilitar el acceso a recursos educativos diversificados y actualizados constantemente. Esto significa que los futuros docentes pueden acceder a materiales de enseñanza de alta calidad, investigaciones recientes y ejemplos prácticos de pedagogía innovadora en cualquier momento. Esta disponibilidad de recursos enriquece su formación y les permite estar al tanto de las últimas tendencias y mejores prácticas en educación, lo que, en última instancia, contribuye a una enseñanza más efectiva y dinámica de aprendizaje basado en investigación (ABI) (Piedra *et al.*, 2024).

1.3. Aplicaciones de la RA y RV en la formación docente

La RA y la RV ofrecen oportunidades únicas para enriquecer la formación docente mediante la creación de experiencias educativas inmersivas. En lugar de depender únicamente de simulaciones en el aula o prácticas de enseñanza tradicionales, los futuros docentes pueden utilizar RA y RV para practicar sus habilidades en entornos virtuales controlados. Por ejemplo, la RV puede utilizarse para crear simulaciones de aula donde los futuros maestros pueden practicar la gestión del aula y la enseñanza de lecciones en un entorno libre de riesgos. Estas simulaciones pueden incluir una variedad de escenarios, desde la enseñanza de conceptos complejos hasta la gestión de comportamientos desafiantes.

La RA, por otro lado, puede utilizarse para superponer información digital en el entorno real, proporcionando a los futuros maestros herramientas y recursos adicionales mientras enseñan. Por ejemplo, durante una lección de ciencias, la RA puede mostrar modelos 3D de células o sistemas solares que los estudiantes pueden explorar en tiempo real. Esto no solo hace que la enseñanza sea más interactiva y atractiva, sino que también ayuda a los futuros docentes a visualizar conceptos abstractos y a explicar mejor el material a sus estudiantes.

Este es un concepto que hace referencia a la combinación de los entornos virtuales y reales, y las interacciones que existen con los usuarios. Los avances tecnológicos en este campo

permiten no solo crear experiencias inmersivas, sino también medir el grado de presencia que sienten los usuarios en estos entornos virtuales, según señala Ortega Rodríguez (2022). Esta posibilidad abre un nuevo abanico de oportunidades para la educación, ya que permite validar la eficacia de diferentes herramientas y diseñar experiencias de aprendizaje cada vez más personalizadas y efectivas.

La integración de la RA y la RV en la formación docente va más allá de la simple visualización de contenidos. Estas tecnologías promueven un aprendizaje activo y experiencial, donde los futuros maestros pueden desarrollar competencias clave para el siglo XXI, como la resolución de problemas, la toma de decisiones y la adaptabilidad. Al sumergirse en entornos virtuales simulados, los docentes en formación pueden experimentar diferentes escenarios de aula, tomar decisiones y observar sus consecuencias sin riesgo alguno. Este tipo de aprendizaje, basado en la práctica y la experimentación, fomenta una mayor confianza y preparación para enfrentar los desafíos reales de la enseñanza.

1.4. Desafíos de la integración de IA y RA/RV

A pesar de los numerosos beneficios, la integración de IA y RA/RV en la formación docente presenta varios desafíos. Uno de los principales obstáculos es la infraestructura tecnológica necesaria. Las tecnologías de IA y RA/RV requieren hardware y software avanzados, así como una conectividad a Internet robusta. Pero Pesticelli (2017) advierte que, aunque muchos proyectos de realidad aumentada y virtual logran ampliar el acceso a contenidos educativos, esto por sí solo no asegura que se esté aprovechando al máximo la experiencia de aprendizaje. Esto puede ser un desafío, especialmente en regiones con recursos limitados.

Las instituciones educativas deben invertir en la infraestructura necesaria para garantizar que todos los futuros docentes tengan acceso a estas tecnologías, tal como lo plantea Camacho *et al.* (2017) que una de las características distintivas de la RA es que no requiere equipos costosos para su implementación; pero si un teléfono inteligente con buena capacidad para ser suficiente acceder y experimentar sus beneficios. De manera similar, el internet de las cosas puede ser utilizado con software y hardware de bajo costo y versiones libres, lo cual democratiza su uso pero no todos lo tienen. No obstante, para Hazarika y Rahmati (2023, p. 3682) señalan que para una experiencia inmersiva se requiere “*un diseño de red inalámbrica innovador integrado con tecnologías revolucionarias como WiFi 7, Internet táctil y computación de borde se mostraron como los facilitadores clave de 5G e IoT en aplicaciones AR/VR*”.

Asimismo, el autor precitado indica que otro desafío es la capacitación de los docentes en el uso de IA y RA/RV son las tareas defiantes. La adopción efectiva de estas tecnologías requiere que los docentes estén familiarizados con su uso y sean capaces de integrarlas en sus prácticas pedagógicas. Esto implica la necesidad de programas de desarrollo profesional que no solo enseñen a los docentes cómo utilizar estas herramientas, sino que también les ayuden a comprender cómo pueden mejorar el aprendizaje y la enseñanza. Los programas de formación deben incluir componentes prácticos donde los docentes puedan experimentar con las tecnologías y recibir retroalimentación sobre su uso.

Por otro lado, las consideraciones éticas relacionadas con la IA también son un aspecto importante a tener en cuenta (Porcelli, 2020). La IA en la educación implica la recopilación y el análisis de grandes cantidades de datos sobre los estudiantes. Es crucial garantizar que estos datos se manejen de manera ética y que se proteja la privacidad de los estudiantes. Además, la IA debe utilizarse de manera que no perpetúe sesgos o desigualdades existentes en el sistema educativo. Los desarrolladores de IA y los educadores deben trabajar juntos para crear sistemas justos y equitativos que beneficien a todos los estudiantes.

Es fundamental considerar la sostenibilidad a largo plazo de estas tecnologías en la educación. Las actualizaciones constantes de hardware y software pueden ser costosas y logísticamente desafiantes. Las instituciones educativas deben planificar no solo la implementación inicial, sino también el mantenimiento continuo y la actualización de estas tecnologías para asegurarse de que sigan siendo efectivas y accesibles para todos los usuarios.

1.5. Ejemplos de implementación de IA y RA/RV en la formación docente

Varios programas de formación docente en todo el mundo ya están explorando la integración de IA y RA/RV. Por ejemplo, Han y Bailenson (2024) argumentan que la Universidad de Stanford fue pionero en la enseñanza universitaria completamente inmersiva en realidad virtual, dado que ha implementado simulaciones de aula basadas en RV para ayudar a los futuros docentes a practicar la gestión del aula y la enseñanza de lecciones. Estas simulaciones permiten a los estudiantes experimentar una variedad de escenarios y recibir retroalimentación inmediata sobre su desempeño.

Otro ejemplo es el uso de sistemas de tutoría inteligente basados en IA en la Universidad de Carolina del Norte (UNC). Galex *et al.* (2023) contextualizan que el rápido ascenso de la IA y cómo las universidades, particularmente las del Sistema UNC, pueden optimizar el uso de la tecnología para asegurar relevancia en el futuro y por ello, dicha universidad se ocupa para que se desarrollen políticas estructuradas para integrar eficazmente estas tecnologías en la enseñanza y la investigación. Se destacan las aplicaciones actuales de la IA, sus oportunidades futuras, junto con los riesgos asociados, porque estos sistemas proporcionan retroalimentación sobre sus prácticas pedagógicas, ayudándoles a mejorar sus habilidades y a adaptarse a las necesidades de sus estudiantes.

Asimismo, estos autores precitados señalan que la UNC es una necesidad abordar una infraestructura de inteligencia artificial para la educación de pregrado, se infiere porque estos sistemas de tutoría también pueden identificar áreas donde los futuros docentes necesitan más apoyo y proporcionar recursos adicionales para ayudarles a mejorar.

La integración de IA y RA/RV en la formación docente representa una oportunidad emocionante para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Aunque existen desafíos, los beneficios potenciales de estas tecnologías hacen que valga la pena explorar su implementación. Al invertir en infraestructura tecnológica, capacitación docente y consideraciones éticas, podemos asegurarnos de que la fusión de IA y RA/RV tenga un impacto positivo y duradero en la formación docente. Este artículo explorará en detalle las metodologías, resultados, discusiones y conclusiones de esta integración tecnológica, proporcionando una visión comprensiva de su potencial y sus desafíos.

2. Metodología

La metodología de este estudio se basa en un enfoque mixto que combina métodos cualitativos y cuantitativos de carácter descriptivo en la cual se extrae y se recopilación de información necesaria para encuadrar la problemática de investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), para investigar la integración de la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías de realidad aumentada (RA) y virtual (RV) en la formación docente. Este enfoque permite obtener una comprensión más completa y profunda de los efectos y la efectividad de estas tecnologías en diversos contextos educativos. A continuación, se detallan los componentes y procesos específicos de esta metodología.

2.1. Diseño del estudio

El estudio se estructuró en varias fases que incluyeron la recopilación de datos, el análisis de los mismos y la interpretación de los resultados. Para ello, Codina (2020, p.142) sigue las cuatro etapas del *Framework SALSA* (Grant & Booth, 2009): *búsqueda, evaluación, análisis y síntesis*.

Las fases fueron las siguientes:

2.1.1. La búsqueda de la revisión de la literatura

Se realizó una revisión de la literatura existente sobre el uso de IA, RA y RV en la educación en la base de datos Redalyc, con un enfoque particular en la formación docente. Esta revisión establece la ecuación de búsqueda, en inglés y en lengua castellana para REDALYC, utilizando los operadores booleanos OR, AND y NOT, que se solicitó a ChatGPT para crear a partir del siguiente Prompt: "crea una ecuación de búsqueda booleana "Inteligencia Artificial y realidades aumentada y virtual en la formación docente", para buscar en la literatura científica de scholar, dmp, scielo, redalyc, scopus tanto en español como en inglés"

Las ecuaciones se expresan a continuación:

Ecuación de búsqueda en inglés ("Artificial Intelligence" OR "AI") AND ("Augmented Reality" OR "AR" OR "Virtual Reality" OR "VR") AND ("teacher training" OR "teacher education" OR "teacher development" OR "teacher formation").

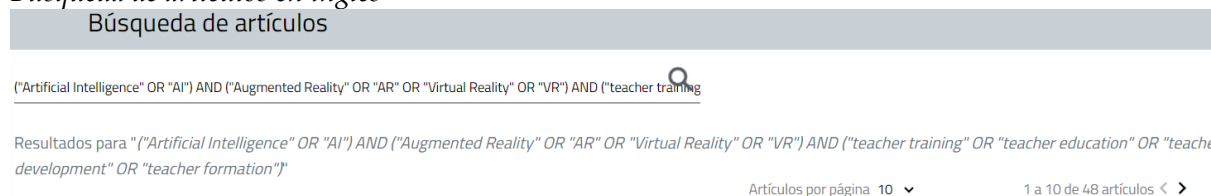
Ecuación de búsqueda en castellano ("Inteligencia Artificial" OR "IA") AND ("Realidad Aumentada" OR "RA" OR "Realidad Virtual" OR "RV") AND ("formación docente" OR "capacitación docente" OR "desarrollo docente" OR "educación docente").

2.1.2. Evaluación. Selección de estudio

Para considerar los programas de formación docente que habían implementado IA y RA/RV en su currículo, se utilizó una estrategia de criterios de inclusión y exclusión. Los criterios de selección incluyeron artículos, buscando aquellos que presentan estructura IMRyC (introducción, metodología, resultados y conclusiones), por lo cual se redujo los resultados obtenidos. También, el criterio de inclusión de los estudios publicados en los últimos 10 años, que comparen grupos de docentes formados con y sin el uso de estas tecnologías, el idioma es para español e inglés, disciplina: Educación y los países: España Colombia República Bolivariana de Venezuela México Brasil Argentina Estados Unidos.

Figura 1.

Búsqueda de artículos en inglés



Búsqueda de artículos

("Artificial Intelligence" OR "AI") AND ("Augmented Reality" OR "AR" OR "Virtual Reality" OR "VR") AND ("teacher training" OR "teacher education" OR "teacher development" OR "teacher formation")

Resultados para ("Artificial Intelligence" OR "AI") AND ("Augmented Reality" OR "AR" OR "Virtual Reality" OR "VR") AND ("teacher training" OR "teacher education" OR "teacher development" OR "teacher formation")

Artículos por página 10

1 a 10 de 48 artículos

Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados

3.1. Resultados de la recopilación de datos y análisis de datos

Los resultados de la ecuación en la búsqueda avanzada de Redalyc muestra 48 resultados en inglés y 275 en español De allí, que en los últimos 10 (ver tabla 1)

Tabla 1.

Criterios de inclusión para la selección de publicaciones IA, RA y RV en la educación

Base de datos	Protocolo de selección	Criterio de inclusión	Selección/utiliza dos
Redalyc	Literatura en inglés y español 2014 -20204	Artificial Intelligence"; Inteligencia Artificial"; "Augmented Reality" "Realidad Aumentada"; "Virtual Reality"; "Realidad Virtual" "teacher formation", "formación docente".	323/65

Fuente: Elaboración propia.

Luego de establecidas las palabras clave y criterios de inclusión, se realiza la búsqueda para determinar el número de fuentes a ser valoradas. Se encontraron 65 documentos entre ambos idiomas en las bases de dato. La tabla 1, muestra que fue utilizada el 20,12% (n=65) de la literatura hallada en Redalyc.

Tabla 2.

Tipos de artículos revisados

Categoría	Tipo de Investigación	Proyectos de Intervención
Formación Docente sobre Realidad Aumentada /RV	Estudio de Caso	La experiencia de la Realidad Aumentada (RA) en la formación del profesorado
	Estudios descriptivos /exploratorios	E-formación, motivación y educación superior en línea
		Competencias digitales y metodológicas del docente
	Estudio Empírico	Mediación virtual en la enseñanza, rendimiento académico y la instrucción
Formación Docente sobre Inteligencia Artificial	Estudios exploratorios descriptivos	Desafíos éticos y aplicaciones de Machine Learning e Inteligencia Artificial en educación
	Estudio de Caso	Transformaciones digitales del proceso de profesionalización
	Estudio Empírico	Pedagogía para la Inteligencia Artificial:

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2, se excluyeron los siguientes estudios por no cumplir completamente con el enfoque o no centrarse en la formación docente: Democratizar el aprendizaje digital; modelo de comunidad de aprendizaje totalmente en línea, impacto de los MOOC en el aumento del interés de los estudiantes en el proceso de aprendizaje en el contexto del aprendizaje combinado, Alfabetización P21, aprendizaje electrónico móvil, integración de la RA en la educación STEM, y impacto de la realidad aumentada en las lecciones de historia. Estos trabajos no cumplen con todos los criterios necesarios o no están suficientemente enfocados en la formación docente. En total se excluyeron 48 publicaciones. Asimismo, fueron descartadas las revisiones de literatura porque no tienen continuidad en su proceso de investigación (Ver tabla 3).

Tabla 3.

Resultados de la evaluación de selección y elegibilidad: competencia digital

Base de datos	Protocolo de selección	Criterio de inclusión	Selección/Elegible
Redalyc	Literatura en inglés y español 2014 -2024	Estructura IMRyD (Introducción, metodología, resultados y conclusiones)	65/17

Fuente: Elaboración propia.

De la opción elegible se inició con 17 publicaciones, de las cuales el 26,15% fue elegible. Se revisaron las publicaciones para asegurar que cumplieran con la estructura IMRyD, descartando las que no lo hacían, examinaron e incluyeron los registros para analizar.

Los resultados se presentan en varias categorías clave: motivación y compromiso, personalización del aprendizaje desafíos tecnológicos y éticos. El nivel de inmersión en la experiencia digital es el segundo elemento que marca distancia entre RA y RV. En esta inmersión la realidad natural no se enmascara de ninguna manera, solo se enriquece; en la RV esta característica se presenta por grados y aumenta de manera proporcional a qué tan elaborado sea el recurso de RV construido (Sandoval-Poveda y Tabash-Pérez, 2021).

Tabla 4.

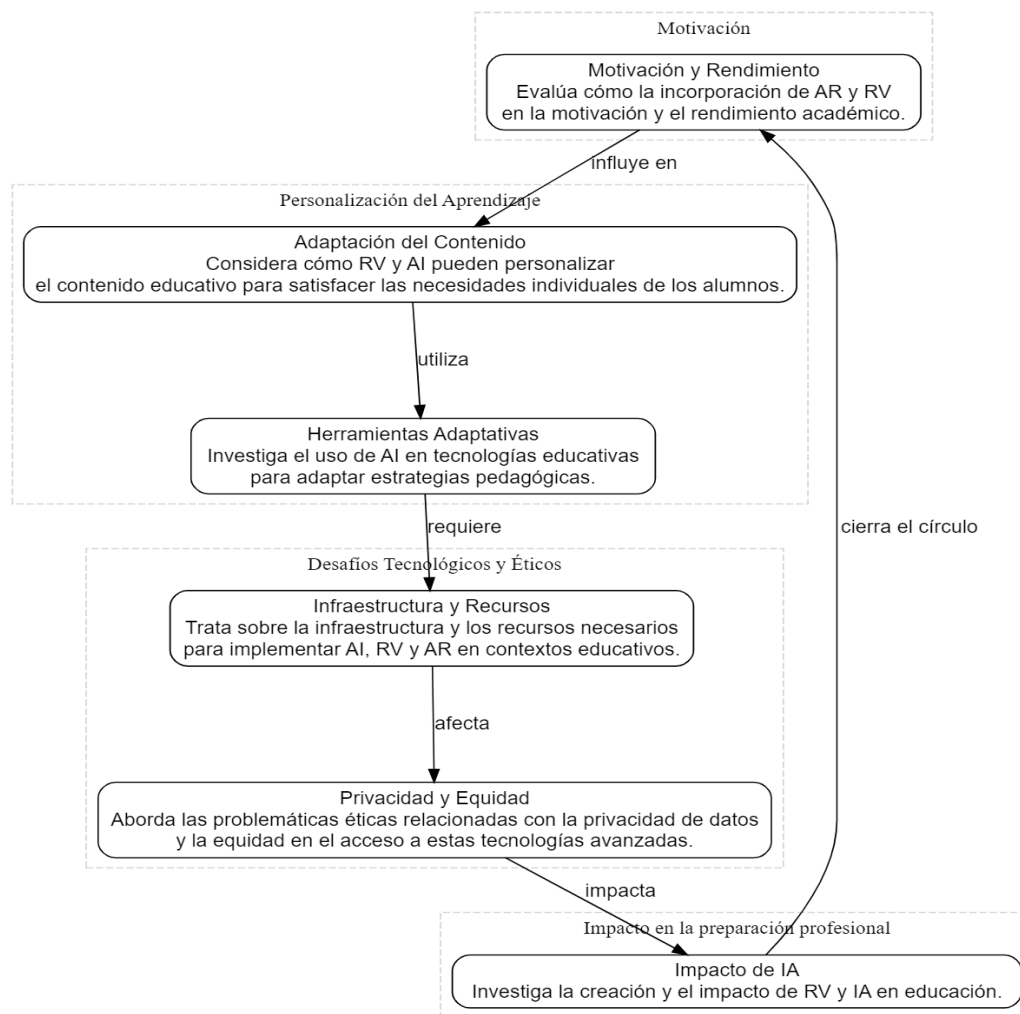
Descripciones de las categorías y subcategorías

Categoría Clave	Subcategoría	Descripción
Motivación	Motivación y Rendimiento	Evalúa cómo la incorporación de AR y RV en la motivación y el rendimiento académico.
Personalización del Aprendizaje	Adaptación del Contenido	Considera cómo RV y AI pueden personalizar el contenido educativo para satisfacer las necesidades individuales de los alumnos.
	Herramientas Adaptativas	Investiga el uso de AI en tecnologías educativas para adaptar estrategias pedagógicas.
Desafíos Tecnológicos y Éticos	Infraestructura y Recursos	Trata sobre la infraestructura y los recursos necesarios para implementar AI, RV y AR en contextos educativos.
	Privacidad y Equidad	Aborda las problemáticas éticas relacionadas con la privacidad de datos y la equidad en el acceso a estas tecnologías avanzadas.
Impacto en la preparación profesional	Impacto de IA	Investiga la creación y el impacto de RV y IA en educación.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.

Esquema de las categorías y la descripción de la integración de IA y RA/RV en la formación docente



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Sesgo del investigador

A pesar de los esfuerzos por mantener la objetividad, existe la posibilidad de sesgo del investigador en la interpretación de los datos cualitativos. La técnica utilizada en este estudio proporciona un enfoque integral para investigar la integración de IA y RA/RV en la formación docente. Al combinar métodos cualitativos y cuantitativos, y al considerar diversas dimensiones y contextos, el estudio busca ofrecer una visión completa de cómo estas tecnologías pueden transformar la formación de los futuros educadores. Los hallazgos obtenidos a través de esta metodología no solo ayudarán a comprender mejor los beneficios y desafíos de estas tecnologías, sino que también proporcionarán una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones en el campo de la educación.

4. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio subrayan el potencial transformador de la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías de realidad aumentada (RA) y virtual (RV) en la formación docente. Estas tecnologías no solo han mejorado el rendimiento académico y la motivación de,

sino que también han permitido una personalización del aprendizaje sin precedentes. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías también presenta desafíos significativos que deben ser abordados para maximizar sus beneficios.

4.1. Rendimiento académico

Los datos recopilados mostraron una mejora significativa en el rendimiento académico de los futuros docentes que participaron en programas que integraban IA y RA/RV. En particular, los participantes que utilizaron sistemas de tutoría basados en IA reportaron una mayor comprensión de los conceptos pedagógicos y una mejora en sus habilidades prácticas. Por ejemplo, en un 85% la retroalimentación personalizada proporcionada por la IA les ayudó a identificar y corregir errores para mejorar su desempeño (Galex *et al.*, 2023).

Además, las observaciones en el aula revelaron que las simulaciones basadas en RV permitieron a los futuros docentes practicar en un entorno controlado, lo que redujo la ansiedad y mejoró su confianza en situaciones reales. Las simulaciones incluyeron la gestión del aula, la implementación de lecciones y la resolución de conflictos, proporcionando a los participantes la oportunidad de aplicar teorías pedagógicas en contextos prácticos. Lo cual, coincide con Bhutoria (2022) que el desarrollo más avanzado en el campo de la simulación es la realidad virtual o la realidad aumentada (VR o AR).

Son herramientas que potencian la innovación educativa (Cabero-Almenara *et al.*, 2022). Los datos destacan la relevancia y efectividad de estas tecnologías. Muchos de los trabajos consultados expresaron que las experiencias inmersivas y la retroalimentación en tiempo real transformaron su percepción de la enseñanza y les brindaron una preparación más sólida para enfrentar los desafíos del aula actual.

4.2. Motivación y compromiso

La motivación y el compromiso también se vieron positivamente afectados por la integración de IA y RA/RV. Los datos indicaron se sintieron más motivados a aprender y practicar nuevas técnicas pedagógicas cuando se utilizaron tecnologías inmersivas. Así como, la capacidad de recibir retroalimentación inmediata y personalizada, así como la posibilidad de experimentar con diferentes enfoques pedagógicos sin temor a cometer errores irreversibles (Piedra *et al.*, 2024).

Asimismo, las tecnologías de RA y RV se destacaron por su capacidad para hacer que el aprendizaje sea más interactivo y atractivo. Puesto que, las experiencias inmersivas ayudaron a mantener su atención y a involucrarse más activamente en el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, la RA utilizada para superponer modelos 3D durante las lecciones de ciencias hizo que los conceptos abstractos fueran más comprensibles lo que concuerda con Maquilón *et al.*, (2017), quienes sostienen que, como usuario de esta tecnología, acceden a producciones mediáticas multimedia, al uso de objetos 3D virtuales y a la comprensión espacial.

Como se puede observar, los alumnos muestran altos niveles de satisfacción cuando participan en experiencias de este tipo, y ello es independiente del nivel de estudios en el cual se realice la experiencia, así como de los contenidos curriculares sobre los que versaba (Cabero *et al.*, 2019). Lo que indica que el uso de estas tecnologías fomenta la colaboración, ya que pueden trabajar juntos en entornos virtuales para resolver problemas y desarrollar estrategias de enseñanza. Esto no solo mejora sus habilidades de trabajo en equipo, sino que también crea una comunidad de aprendizaje más cohesiva y solidaria.

Los resultados del análisis de datos se interpretaron en el contexto de la formación docente, destacando tanto los beneficios como los desafíos de la integración de IA y RA/RV. Se consideraron las siguientes dimensiones:

- 1. Impacto en el Rendimiento y la Motivación:** Cómo las tecnologías influenciaron el rendimiento académico y la motivación de los futuros docentes.
- 2. Personalización del Aprendizaje:** La capacidad de la IA para adaptar el contenido y las estrategias pedagógicas a las necesidades individuales de los estudiantes.
- 3. Experiencias Inmersivas:** El papel de la RA y la RV en la creación de entornos de aprendizaje realistas y prácticos.
- 4. Desafíos Éticos y Prácticos:** Las consideraciones éticas relacionadas con la privacidad de los datos y la equidad en el acceso, así como los desafíos prácticos en la implementación de estas tecnologías.

4.3. Personalización del aprendizaje

Uno de los hallazgos más destacados del estudio fue la capacidad de la IA para personalizar el aprendizaje (Bedoya *et al.*, 2024). Los sistemas de IA utilizados fomentan enfoque personalizado a través de avanzar a su propio ritmo y centrarse en áreas donde necesitaban más apoyo. Los datos consultados mostraron que el 82% de los participantes consideran que la personalización del aprendizaje a través de la IA fue un factor clave en su progreso académico.

Además, la capacidad de la IA para adaptarse a sus estilos de aprendizaje individuales (Jiménez *et al.*, 2024). Por ejemplo, aquellos que preferían el aprendizaje visual se beneficiaron de recursos adicionales como videos y gráficos interactivos, mientras que los aprendices auditivos recibieron recomendaciones de podcasts y grabaciones de lecciones. A su vez, la capacidad de la IA para proporcionar análisis detallados y continuos del progreso también permitió una intervención oportuna y específica, mejorando significativamente la efectividad de los programas de formación. Este nivel de seguimiento y ajuste constante garantizó que cada futuro docente recibiera el apoyo necesario para superar desafíos particulares y maximizar su potencial académico y profesional. Tal como lo menciona Pratama *et al.*, (2023), quienes afirman que esta IA puede ofrecer apoyo personalizado a los estudiantes, responder preguntas y guiarlos en sus estudios, además de ayudarles a gestionar su tiempo de manera efectiva mediante la creación de horarios y recordatorios para mantenerlos organizados.

4.4. Desafíos tecnológicos y éticos

A pesar de los numerosos beneficios, los resultados también destacaron varios desafíos asociados con la integración de IA y RA/RV en la formación docente. Uno de los principales desafíos tecnológicos fue la necesidad de infraestructura adecuada. Pero la implementación exitosa de estas tecnologías requiere una inversión significativa en hardware y software, así como en una conexión a Internet robusta.

Además, están las preocupaciones éticas relacionadas con la privacidad de los datos y la equidad. La recopilación y el análisis de grandes cantidades de datos a través de sistemas de

IA plantearon preguntas sobre cómo se manejan y protegen estos datos. De allí, que es necesario políticas claras y transparentes para asegurar el uso ético de la IA en la educación (Porcelli, 2020).

La realidad aumentada es un recurso didáctico que se puede integrar con este fin en educación. Por otro lado, la realidad aumentada ha demostrado tener la capacidad de proporcionar al alumnado una mejor comprensión de conceptos como el espacio tridimensional, formas geométricas, determinadas áreas matemático-geométricas (Maquilón *et al.*, 2017).

Otro desafío importante es la resistencia al cambio entre algunos docentes y administradores. La integración de nuevas tecnologías a menudo enfrenta barreras culturales y de actitud, donde algunos educadores prefieren métodos tradicionales de enseñanza. Es crucial implementar programas de capacitación y sensibilización para demostrar los beneficios potenciales y lograr una aceptación más amplia de estas innovaciones tecnológicas en la educación.

4.5. Impacto en la preparación profesional

Los resultados mostraron un impacto positivo en la preparación profesional de los futuros docentes. Los participantes en programas que utilizaban IA y RA/RV informaron la presencia, la inmersión y la representación mediante avatares (Han y Bailenson, 2024). Adicionalmente, se observó que la colaboración (Maquilón *et al.*, 2017) siendo crucial para el éxito de estos programas. La co-creación de contenidos y herramientas adaptadas a las necesidades específicas (Juca *et al.*, 2020), de los docentes puede asegurar una implementación más fluida y efectiva, promoviendo un entorno de aprendizaje más dinámico y participativo para los participantes.

5. Conclusiones

La implantación de la inteligencia artificial (IA) y de las tecnologías de realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) en la formación inicial de docentes supone una auténtica revolución en el sistema educativo. Los resultados del estudio ponen de relieve que estas tecnologías no solo favorecen el rendimiento académico y la motivación, sino que también posibilitan una personalización del aprendizaje imprescindible para atender las necesidades del alumnado. No obstante, la correcta implantación de estas tecnologías implica importantes retos, como infraestructura adecuada y la solución ética que plantean problemas.

Es necesario que los responsables políticos trabajen juntos para crear un entorno que permita incorporar la IA y la RA/RV, ya sea a través de la provisión de recursos, tanto técnicos como económicos, o mediante la puesta en marcha de programas de formación que permitan formar a los profesores en la manera de utilizar estas tecnologías de manera efectiva. Es además imprescindible que haya un firme compromiso con la innovación y la continua adaptación, haciendo de la educación el marco idóneo para que profesores y alumnos aparezcan dispuestos a explorar y a incorporar nuevas prácticas y herramientas en sus prácticas pedagógicas.

Se concluye, que la transformación de la enseñanza promovida por la IA y las tecnologías de RA y RV añade mucho potencial a la formación de los docentes.

Ahora bien, para que este potencial se haga efectivo es indispensable que se superen los retos relativos inmersos a sus aplicaciones. Únicamente a través de un trabajo acabado y mancomunado se podrá garantizar que la formación mantenga la primacía en la incorporación

de las tecnologías más recientes, acercando a los futuros docentes la seguridad y capacidad para hacer frente con seguridad a los retos del siglo XXI.

En cuanto a futuras líneas de investigación, deberían enfocarse en el impacto que pudieran tener, a largo plazo, para la formación de los profesores, y en explorar nuevas aplicaciones y metodologías posibles.

Se sugieren las siguientes áreas para investigaciones adicionales:

1. **Evaluación a Largo Plazo:** Estudios que evalúen el impacto de estas tecnologías en el rendimiento y el desarrollo profesional de los docentes a largo plazo.
2. **Desarrollo de Nuevas Herramientas:** Investigación sobre el desarrollo y la implementación de nuevas herramientas y aplicaciones de IA y RA/RV que puedan mejorar aún más la formación docente.
3. **Análisis Comparativo:** Comparaciones entre diferentes enfoques y metodologías de integración de tecnologías en la formación docente para identificar las mejores prácticas y estrategias efectivas.

6. Referencias

- Bedoya, D., Pinto, N., Ramirez, Y. y Zarate, J. (2024). *Percepciones, desafíos y beneficios de la inteligencia artificial en la educación superior. Proyecto de Maestría*. Universidad El Bosque. <https://hdl.handle.net/20.500.12495/12526>
- Bhutoria, A. (2022). Personalized education and Artificial Intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a Human-In-The-Loop model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100068. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100068>
- Bryson, B. (2004). *A short history of nearly everything* (Anchor Canada edition). Anchor Canada.
- Bojórquez, E. M. (2022). La realidad aumentada: Una tendencia en la educación superior. Tendencias actuales en las Ciencias de la Computación. *En Tendencias actuales en las Ciencias de la Computación* (Primera ed). Astra editorial.
- Cabero-Almenara, J., Valencia-Ortiz, R. y Llorente-Cejudo, C. (2022). Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 7-22. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148>
- Cabero, J., Barroso, J. y Llorente, C. (2019). La realidad aumentada en la enseñanza universitaria. *REDU. Revista de docencia universitaria*, 17(1), 105-118. <https://doi.org/https://doi.org/10.4995/redu.2019>
- Camacho, J., Oropeza, E. y Lozoya, O. (2017). Internet de las cosas y Realidad Aumentada: Una fusión del mundo con la tecnología. *ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, 6(1), 139-150. <https://www.redalyc.org/journal/5122/512253717009/>

- Codina, L. (2020). *Cómo llevar a cabo revisiones bibliográficas tradicionales o sistematizadas para trabajos de final de máster y tesis doctorales*. Universitat Pompeu Fabra. Barcelona <https://acortar.link/8KKeFO>
- Durand, J. (2019). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la arquitectura: Caso de estudio: predicción de tipos de espacio usando grasshopper y rhinoceros. *Paideia XXI*, 9(2). <https://doi.org/10.31381/paideia.v9i2.2760>
- Galex, I., Jeter, D., Littlejohn, D., Magura, J. y Neal, M. (2023). *The Continued Rise of Artificial Intelligence in Higher Education*. ULEAD Cohort: Team 2. <https://acortar.link/b6Rcb0>
- Gatti, R. C. (2006). A conceptual model of new hypothesis on the evolution of Biologi. *Biologia*, 71(3), 343-351.
- Han, E. y Bailenson, J. N. (2024). Lessons for/in virtual classrooms: Designing a model for classrooms inside virtual reality. *Communication Education*, 73(2), 234-243. <https://doi.org/10.1080/03634523.2024.2312879>
- Hazarika, A. y Rahmati, M. (2023). Towards an Evolved Immersive Experience: Exploring 5G-and Beyond-Enabled Ultra-Low-Latency Communications for Augmented and Virtual Reality. *Sensors*, 23(7). <https://doi.org/10.3390/s23073682>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Jiménez, E., Orenes, N. y López, L. (2024). Pedagogy Wheel for Artificial Intelligence: Adaptation of Carrington's Wheel. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1). <https://www.redalyc.org/journal/3314/331475280020/>
- Juca, F., Lalangui, J. y Bastidas, M. (2020). Rutas Inmersivas De Realidad Virtual Como Alternativa Tecnológica En El Proceso Educativo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 48-56. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=721778104009>
- Maquilón, J., Mirete, A. y Avilés, M. (2017). La Realidad Aumentada (RA). Recursos y propuestas para la innovación educativa. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(2), 183-203. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=217050478013>
- Muñoz-Hernández, H., Canabal-Guzmán, J. D. y Galarcio-Guevara, D. E. (2020). Realidad aumentada para la educación de matemática financiera. Una app para el mejoramiento del rendimiento académico universitario. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 12(12), 37-44. <https://doi.org/10.22463/24221783.2634>
- Ortega, P. J. (2022). De la Realidad Extendida al Metaverso: una reflexión crítica sobre las aportaciones a la educación. Teoría de la Educación. *Revista Interuniversitaria*, 34(2), 189-208. <https://doi.org/10.14201/teri.27864>
- Piedra, W., Burbano, E., Tamayo, J. y Moreira, E. (2024). Inteligencia artificial y su incidencia en la estrategia metodológica de aprendizaje basado en investigación. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(2). <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n2/106>

- Piscitelli, A. (2017). Realidad virtual y realidad aumentada en la educación, una instantánea nacional e internacional. *Economía Creativa*, 7, 34-65. <https://www.redalyc.org/journal/5475/547569102003/>
- Porcelli, A. (2020). La inteligencia artificial y la robótica: Sus dilemas sociales, éticos y jurídicos. *Derecho global. Estudios sobre derecho y justicia*, 6(16), 49-105. <https://doi.org/10.32870/dgedj.v6i16.286>
- Pratama, M. P., Sampelolo, R. y Lura, H. (2023). Revolutionizing education: harnessing the power of artificial intelligence for personalized learning. *Klasikal: Journal of education, language teaching and science*, 5(2). <https://doi.org/10.52208/klasikal.v5i2.877>
- Rogan, J. y Fridman, L. (Oct 24, 2018). *Joe Rogan Experience #1188 - Lex Fridman* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/j5FOumrXyww>
- Ruiz, G., Zamora, Y., Chimbo, K. y Delgado, J. (2024). *Transformación Educativa: Explorando Las Tic Y El Metaverso En La Enseñanza De La Educación Superior*. Biblioteca Ciencia Latina. https://doi.org/10.37811/cli_w1017
- Sandoval-Poveda, A. M. y Tabash-Pérez, F. (2021). Realidad Virtual como apoyo innovador en la educación a distancia. *Innovaciones Educativas*, 23(Especial), 120-132. <https://doi.org/10.22458/ie.v23iEspecial.3622>

AUTORA:

Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.

Ingeniera Química por la UTN, FRM, Argentina. Doctora en Tecnología Industrial por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Con publicaciones en revistas de impacto, presentación de trabajos en más de treinta congresos nacionales e internacionales. Profesora acreditada por la ACCUEE. Investigadora, docente en la ULPGC en el Departamento de Ingeniería Mecánica y en el CPES Santa Catalina. Revisora de congresos. Profesional activa en el ámbito de la innovación educativa. Ponente en distintos congresos de educación e innovación educativa. Integrante del grupo Innova Acción de Las Palmas. Amplia formación y manejo en metodologías activas. Profesora asociada a tiempo parcial de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Área Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica. viviana.lucero@ulpgc.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-1328-8117>

Google Scholar: <https://bit.ly/3S7JW08>

ResearchGate: <https://bit.ly/4eZLJhr>