

**Urith N. Ramírez-Mera**

Universidad de Guadalajara  
urith.ramirez@gmail.com  
ORCID: 0000-0001-8715-4499

**Christian Jonathan Ángel-Rueda** (Autor de correspondencia)

Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui  
cangel@upsrj.edu.mx  
ORCID: 0000-0002-4780-874X

## Lo esencial sobre la IA y metaversos en educación: más allá de la moda tecnológica

*Essentials on AI and metaverses in education: beyond the technological trend*

**Palabras clave:** aprendizaje personalizado, consideraciones éticas, inteligencia artificial, metaverso, tecnología educativa.

### Resumen

La inteligencia artificial (IA) y los metaversos emergen como innovaciones que prometen transformar profundamente la enseñanza y el aprendizaje. Este artículo explora la relevancia y el impacto potencial de estas tecnologías en la educación. La IA ofrece aprendizaje personalizado, mejora de la administración escolar y oportunidades pedagógicas innovadoras, mientras que los metaversos proporcionan entornos virtuales inmersivos, en los cuales los usuarios pueden interactuar, colaborar y aprender de manera dinámica. El artículo profundiza en las diferentes categorías de IA y examina aplicaciones prácticas en la educación. También discute la evolución y las características de los metaversos, destacando su potencial para el uso educativo. Además, aborda los desafíos técnicos y éticos asociados con la implementación de estas tecnologías y propone recomendaciones para su adopción responsable y efectiva. Finalmente, es necesaria una adopción crítica y bien informada de la IA y los metaversos en la educación para garantizar un futuro educativo más equitativo y efectivo. [Versión en lengua de señas mexicana](#)

**Keywords:** personalized learning, ethical considerations, artificial intelligence, metaverse, educational technology.

## Abstract

Artificial Intelligence (AI) and metaverses are emerging as innovations that promise to profoundly transform teaching and learning. This paper explores the relevance and potential impact of these technologies in education. AI offers personalized learning, improved school administration, and innovative pedagogical opportunities, while metaverses provide immersive virtual environments, in which users can interact, collaborate, and learn dynamically. The article delves into the different categories of AI and examines practical applications in education. It also discusses the evolution and characteristics of metaverses, highlighting their potential for educational use. Additionally, it addresses the technical and ethical challenges associated with the implementation of these technologies and proposes recommendations for their responsible and effective adoption. Finally, a critical and well-informed adoption of AI and metaverses in education is necessary to ensure a more equitable and effective educational future.

## Introducción

En el mundo contemporáneo, la educación enfrenta desafíos y oportunidades sin precedentes debido a los avances en la tecnología. La inteligencia artificial (IA) y los metaversos se presentan como innovaciones que prometen transformar profundamente la enseñanza y el aprendizaje. Este artículo explora la relevancia y el impacto potencial de estas tecnologías en el ámbito educativo, y ofrece una visión general de sus aplicaciones, desafíos, así como las consideraciones éticas.

La IA es un campo de la informática que se enfoca en crear sistemas capaces de realizar tareas que, si fueran realizadas por humanos, requerirían inteligencia, como el aprendizaje, el razonamiento y la percepción. En la educación, la IA tiene el potencial de personalizar el aprendizaje, mejorar la administración escolar y proporcionar nuevas oportunidades pedagógicas a través de aplicaciones como tutores inteligentes, análisis predictivo y evaluación automatizada. Por otro lado, los metaversos, originados en la ciencia ficción, pero ahora una realidad tecnológica, son entornos virtuales tridimensionales donde los usuarios pueden interactuar, colaborar y aprender de maneras inmersivas y dinámicas.

El objetivo de este artículo es ofrecer una comprensión detallada de cómo la IA y los metaversos pueden integrarse en la educación para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para ello, se analizarán las categorías de IA más relevantes

y sus aplicaciones prácticas en el ámbito educativo, así como las características y aplicaciones potenciales de los metaversos. Además, se discutirán los desafíos técnicos y éticos asociados con la implementación de estas tecnologías y se propondrán recomendaciones para su adopción responsable y efectiva en entornos educativos.

## Desarrollo

### *Desmitificando la inteligencia artificial en la educación*

La IA crea sistemas capaces de realizar tareas que incluyen aprendizaje, razonamiento, solución de problemas, percepción y procesamiento del lenguaje natural. En el contexto educativo, la IA puede transformar y mejorar la enseñanza y el aprendizaje mediante diversas aplicaciones, desde tutores inteligentes hasta análisis predictivo para personalizar la educación.

Para entender mejor la IA, es útil categorizarla en función de sus capacidades y arquitecturas. A continuación, se describen las categorías más reconocidas de la IA: IA estrecha o *Artificial Narrow Intelligence* (ANI), IA general o fuerte, IA reactiva e IA de memoria limitada.

La IA estrecha, también conocida como IA débil, se refiere a sistemas diseñados y entrenados para realizar una tarea específica o un conjunto limitado de tareas. Estos sistemas no poseen capacidades generales de razonamiento y aprendizaje fuera de sus dominios específicos. Un ejemplo común es el *software* de reconocimiento facial, que puede identificar y clasificar rostros humanos con alta precisión, pero no puede realizar tareas fuera de su programación original.

En el texto *A thousand brains: a new theory of intelligence*, de Jeff Hawkins (2021), se argumenta que la inteligencia humana se basa en una colección de módulos especializados llamados columnas corticales. Hawkins describe cómo cada columna cortical opera como una unidad independiente, capaz de crear modelos del mundo y realizar predicciones basadas en estos modelos. Esta estructura descentralizada de la inteligencia humana ofrece una analogía útil para comprenderla. Al igual que las columnas corticales, la IA estrecha está diseñada para tareas específicas y funcionan dentro de dominios limitados sin una comprensión holística del entorno. Esta IA se especializa en tareas concretas como el reconocimiento facial o la clasificación de datos, y operan de manera eficiente dentro de su ámbito restringido, pero sin la capacidad de transferir conocimiento o adaptarse a contextos fuera de su programación inicial.

Hawkins (2021) añade que esta especialización permite a la IA estrecha alcanzar niveles de precisión y eficiencia elevados en sus respectivas áreas, similar a cómo las

columnas corticales del cerebro humano procesan información de manera local para contribuir a una comprensión general del mundo. Sin embargo, la falta de interconexión y adaptación generalizada limita la aplicabilidad de esta IA más allá de sus funciones específicas, que resalta la diferencia fundamental entre esta y una inteligencia generalizada.

Por otro lado, la IA general o IA fuerte se refiere a sistemas que poseen la capacidad de entender, aprender y aplicar conocimiento en una amplia gama de dominios, similar a las capacidades cognitivas humanas. Además, puede adaptarse y transferir el aprendizaje de una tarea a otra, con lo cual demuestra flexibilidad y comprensión contextual profunda.

En la contribución *Artificial general intelligence*, de Ben Goertzel et al. (2022), se exploran las implicaciones de desarrollar una IA general, e incluye la necesidad de arquitecturas flexibles y adaptativas que puedan integrar múltiples formas de conocimiento y procesamiento. Esta IA representa el ideal de crear máquinas que puedan replicar la inteligencia humana en todas sus facetas.

La IA reactiva no tiene memoria ni capacidad de utilizar experiencias pasadas para influir en decisiones presentes. Esta IA responde a estímulos específicos con acciones predefinidas y no pueden aprender o adaptarse a nuevas situaciones.

Rodney Brooks (1991), en su artículo *Intelligence without representation*, destaca que muchos sistemas de IA iniciales eran reactivos, diseñados para realizar tareas simples como evitar obstáculos o seguir patrones básicos sin necesidad de representar internamente el entorno. Este enfoque, aunque limitado, es útil en aplicaciones donde la velocidad de respuesta es crítica.

La IA de memoria limitada puede utilizar experiencias pasadas para informar decisiones presentes, pero esta capacidad está restringida a un conjunto limitado de datos históricos. Estos sistemas no poseen una comprensión completa del mundo ni una memoria extensa; sin embargo, pueden adaptarse y mejorar su rendimiento en tareas específicas a lo largo del tiempo.

En el libro *Reinforcement learning: an introduction*, de Richard Sutton y Andrew Barto (2020), se describe cómo los sistemas de aprendizaje por refuerzo utilizan memoria limitada para mejorar su desempeño en tareas específicas mediante la evaluación continua de sus acciones pasadas y sus resultados. Este tipo de IA es común en aplicaciones que requieren adaptación continua, como vehículos autónomos y asistentes virtuales.

### *Aplicaciones prácticas de la IA en el ámbito educativo*

La IA está revolucionando el campo educativo al ofrecer herramientas innovadoras que pueden personalizar el aprendizaje, mejorar la administración escolar y proporcionar

nuevas oportunidades para la enseñanza y el aprendizaje. A continuación, se presentan algunas de las aplicaciones prácticas más destacadas de la IA en la educación:

- **Tutores inteligentes.** Los tutores inteligentes son sistemas de IA diseñados para proporcionar apoyo educativo personalizado a los estudiantes. Al utilizar algoritmos avanzados, estos tutores pueden evaluar el rendimiento de los alumnos, identificar áreas de dificultad y adaptar el contenido y las actividades de aprendizaje en tiempo real. Según un estudio de Kulik y Fletcher (2016), los tutores inteligentes han demostrado ser efectivos para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, especialmente en áreas como matemáticas y ciencias.
- **Análisis predictivo.** El análisis predictivo utiliza IA para analizar grandes volúmenes de datos educativos y prever tendencias y resultados futuros. Por ejemplo, las instituciones educativas pueden utilizar análisis predictivo para identificar estudiantes en riesgo de abandonar sus estudios y tomar medidas preventivas. Un informe de Johnson *et al.* (2016) señala que este análisis puede aumentar las tasas de retención al permitir una intervención temprana y personalizada.
- **Evaluación automatizada.** La IA también puede facilitar la evaluación automatizada de exámenes y tareas, liberando tiempo para los docentes y proporcionando retroalimentación inmediata a los estudiantes. Sistemas como el proyecto de ensayo automatizado de la *Educational Testing Service* (ETS) utilizan algoritmos de procesamiento del lenguaje natural para evaluar la calidad del escrito de los estudiantes, en el cual identifican fortalezas y áreas de mejora (Shermis y Burstein, 2013).
- **Realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV).** Las tecnologías de ambas, impulsadas por IA, están transformando la forma en que los estudiantes interactúan con el contenido educativo. Estas tecnologías permiten experiencias de aprendizaje inmersivas, donde los estudiantes pueden explorar entornos virtuales y realizar experimentos de manera segura. Según Solórzano y Rueda (2023), la integración de RA y RV en la educación puede mejorar significativamente la comprensión y retención de conceptos complejos, especialmente en disciplinas como la biología y la historia.
- **Administración escolar.** La IA también se utiliza para optimizar la administración escolar. Sistemas de gestión de la información estudiantil basados en IA pueden automatizar procesos administrativos, mejorar la asignación de recursos y facilitar la comunicación entre docentes, estudiantes y padres. Esto permite a las instituciones educativas funcionar de manera más eficiente y centrarse en la mejora de la calidad educativa.

Con esta información es necesario tomar en cuenta que la IA se debe desmitificar y tomar como una herramienta digital que apoya los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para ello, es necesario tomar en consideración algunos ejemplos. Respecto al uso de IA para tutorías personalizadas, evaluaciones automatizadas y análisis predictivos, está desempeñando un papel transformador en la educación, proporcionando herramientas y soluciones que mejoran la enseñanza y el aprendizaje de maneras sin precedentes.

Respecto a las tutorías personalizadas, podemos considerar el uso de sistemas de IA como los desarrollados por la empresa *Carnegie Learning*. Estos sistemas utilizan algoritmos de aprendizaje automático para adaptar el contenido y el ritmo de enseñanza a las necesidades individuales de cada alumno. Según un estudio realizado por Pane *et al.* (2014), los estudiantes que utilizaron los sistemas de tutoría personalizada de *Carnegie Learning* mostraron mejoras significativas en su rendimiento académico en matemáticas, en comparación con aquellos que recibieron instrucción tradicional. Otro estudio realizado por Ma *et al.* (2014), en el ámbito de la enseñanza de idiomas, encontraron que los tutores inteligentes pueden proporcionar retroalimentación instantánea y adaptativa, mejorando la adquisición del lenguaje y la retención a largo plazo. Estas aplicaciones no solo aumentan la eficiencia del aprendizaje, sino que también permiten una atención más personalizada en comparación con la que un solo profesor podría proporcionar a un gran número de estudiantes.

Las evaluaciones automatizadas son otra área donde la IA está teniendo un impacto significativo. El proyecto de ensayo automatizado (AEE) es un sistema que utiliza procesamiento del lenguaje natural para evaluar automáticamente ensayos escritos por estudiantes. Shermis y Hamner (2013) encontraron que las evaluaciones realizadas por AEE eran comparables en precisión a las de evaluadores humanos, proporcionando retroalimentación inmediata y reduciendo el tiempo de corrección.

Además, la implementación de evaluaciones automatizadas en plataformas educativas en línea ha permitido una mayor escalabilidad y accesibilidad en la educación, esto ha beneficiado a estudiantes de diversas geografías y contextos socioeconómicos. Estas herramientas son especialmente valiosas en entornos de aprendizaje masivo en línea o *Massive Open Online Courses* [MOOC], donde la cantidad de estudiantes puede ser abrumadora para la evaluación manual.

Por otro lado, el análisis predictivo, basado en IA, se usa para identificar patrones y predecir resultados futuros, lo cual es particularmente útil para mejorar la retención de estudiantes y personalizar la educación. Por ejemplo, la Universidad Estatal de Georgia implementó un sistema de análisis predictivo que monitorea el rendimiento académico y el comportamiento de los estudiantes para identificar aquellos en riesgo de abandono. Según un informe de Johnson (2016), este sistema permitió a la universidad aumentar

significativamente sus tasas de retención y graduación al proporcionar intervenciones personalizadas y oportunas.

El análisis predictivo también se ha utilizado para personalizar los planes de estudio y las estrategias de enseñanza, con lo cual se ha optimizado el proceso educativo de acuerdo con las necesidades individuales de cada estudiante. Esto no solo mejora los resultados académicos, sino que también aumenta la satisfacción y el compromiso de los alumnos con su aprendizaje.

La IA está desmitificando y transformando la educación al ofrecer soluciones avanzadas para tutorías personalizadas, evaluaciones automatizadas y análisis predictivos. Los estudios de caso y las aplicaciones prácticas demuestran que la IA puede mejorar significativamente la eficacia y la eficiencia de los procesos educativos, al proporcionar beneficios tangibles tanto para estudiantes como para educadores. A medida que la tecnología sigue avanzando, es probable que veamos un aumento en la adopción y el impacto de la IA en la educación, creando un entorno de aprendizaje más adaptativo y personalizado.

### **Metaversos: más allá de los mundos virtuales**

La palabra metaverso surge a principio de los años 90 en una novela de ciencia ficción llamada *Snow crash* de Neal Stephenson en la que los personajes eran avatares y habitaban ambientes de realidad virtual (Aparicio *et al.*, 2022; Ball, 2022). El término está compuesto por el prefijo meta, que significa “más allá”, y verso, que significa “del universo” o “lo que rodea” (Aparicio *et al.*, 2022; Crespo-Pereira *et al.*, 2023). La visión de Stephenson era distópica, pero inspiró a muchos tecnólogos y empresarios a explorar la idea del metaverso. Con el tiempo, este concepto ha evolucionado desde ser una mera idea de ciencia ficción hasta convertirse en un objetivo tangible para muchas empresas tecnológicas (Ball, 2022).

Ball (2022) examina diversas obras literarias que anticiparon conceptos clave en el desarrollo de los metaversos. Entre ellas, destaca *Las gafas de Pigmalión* (1935) de Stanley G. Weinbaum, en la que se describe un dispositivo similar a las gafas de realidad virtual. Asimismo, menciona *La pradera* (1950) de Ray Bradbury, un relato en el que una guardería de realidad virtual sustituye el rol parental. En esta misma línea, Ball (2022) señala que *Problemas con las burbujas* (1953), de Philip K. Dick, introduce la idea de mundos habitables denominados Wordcraft, mientras que *El sol desnudo* (1957), de Isaac Asimov, presenta hologramas proyectados a distancia y televisores tridimensionales. También resalta la influencia de *Neuromante* (1984), de William Gibson, que popularizó el término ciberespacio y el concepto de hiperrealidad, propuesto por Jean Baudrillard en 1981.

Considerando la evolución de los metaversos, estos se convierten en entornos virtuales en los que existe una delgada línea entre lo presencial y lo virtual. Además, son

mundos creados bajo las reglas de sus creadores y se puede participar en un sinnúmero de actividades e interacciones; además, son resultados de la imaginación y creatividad de sus creadores (Aparicio *et al.*, 2022); por lo tanto, existen libertades y limitantes en el metaverso. Las tecnologías digitales han permitido el desarrollo de múltiples mundos alternativos en el que son pocas las restricciones, y existe cabida para múltiples funciones y posibilidades de actividades.

Los metaversos poseen tres características esenciales: son compartidos en términos de comunicación, son persistentes en función con el usuario y son descentralizados (Hwang y Chien, 2022). Bajo este aspecto, el metaverso posee características que potencializan la realidad, es decir, permite una comunicación multidireccional de momentos síncronos en diferentes espacios físicos pero conjugados en un mismo entorno virtual; persisten como todo aquello en la web; y descentralizados desde el punto de vista local, es decir, los creadores del ambiente virtual no centralizan las actividades, por lo tanto, existe autonomía y libre acción dentro del metaverso.

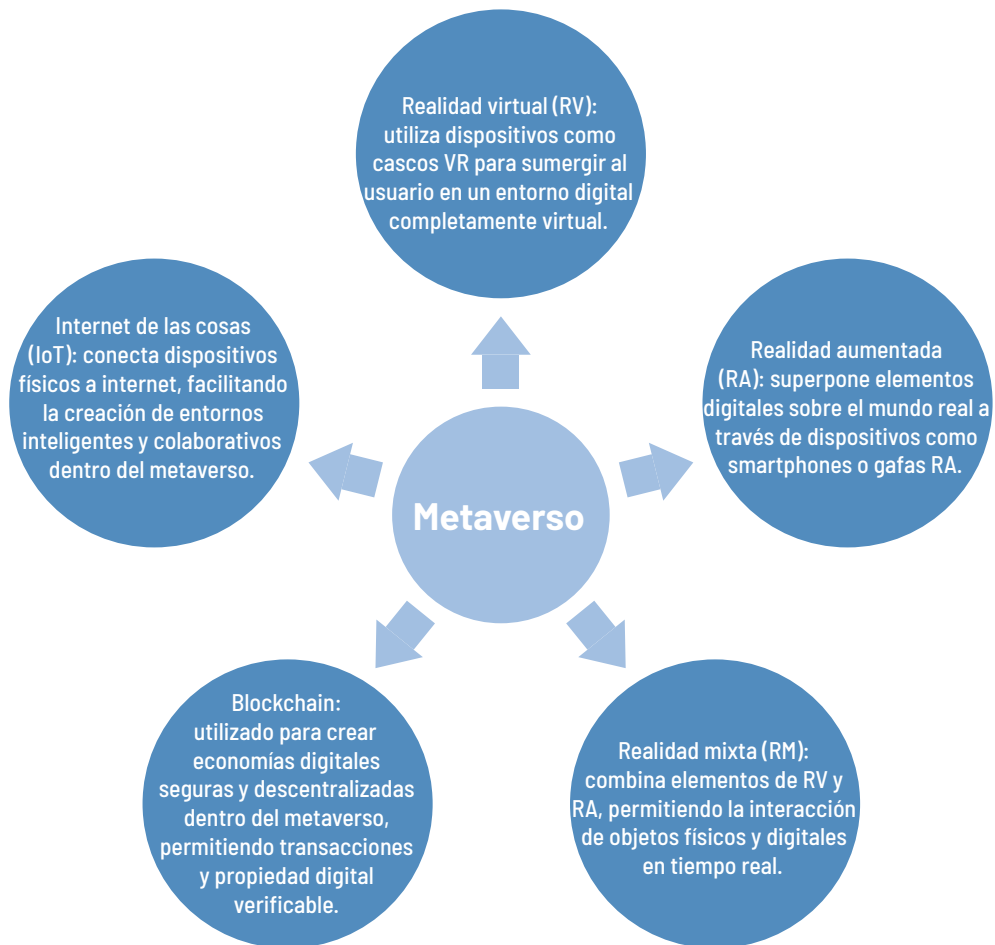
Por otro lado, el metaverso ofrece un espacio para refugiarse y es una oportunidad para millones de personas (Ball, 2022); el metaverso ha evolucionado desde ser una visión futurista a una realidad potencial con implicaciones significativas en diversos campos, incluyendo la educación, el entretenimiento y la interacción social. Según Nieto (2022), el metaverso es un concepto dinámico y en evolución que está ganando relevancia en diversas áreas, y a medida que las tecnologías inmersivas avanzan, el metaverso se está configurando como un espacio de interacción social y aprendizaje con un enorme potencial.

El metaverso puede involucrar diferentes tecnologías como la realidad virtual (RV), la realidad aumentada (RA) y la realidad mixta (RM), por mencionar algunas (Figura 1).

Dentro del metaverso, existen diferentes términos que es preciso distinguir (Tabla 1). Además, surge el macroconcepto entornos digitales inmersivos tridimensionales (EDIT) que abarca la RV, la RA, la RM y otras tecnologías relacionadas. Estos entornos conectan al usuario con atmósferas virtuales y simuladas, permitiendo la creación y compartición de realidades virtuales con otros usuarios en procesos tanto online como offline (Godínes y Rueda, 2023).

En la literatura existen múltiples usos con fines educativos, por ejemplo, el uso de entornos virtuales para STEM, a través del uso Second Life, en el que se crean laboratorios virtuales (Kanematsu *et al.*, 2014); el aprendizaje de idiomas mediante la interacción con avatares y entornos virtuales (Ma *et al.*, 2014).





Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Términos, características y ejemplos

Términos	Características	Ejemplos
Mundos virtuales	Son entornos digitales donde los usuarios pueden interactuar entre sí y con el entorno. Estos mundos no necesariamente implican objetivos de juego.	<i>Second Life</i> y <i>Minecraft</i>

MMORPG ( <i>Massively Multiplayer Online Role-Playing Games</i> )	Juegos de rol en línea con una gran cantidad de jugadores simultáneos.	<i>World of Warcraft</i> y <i>Final Fantasy XIV</i>
VRMMO ( <i>Virtual Reality Massively Multiplayer Online</i> )	Similar a los MMORPG, pero integrando tecnologías de realidad virtual para una experiencia más inmersiva.	Un ejemplo hipotético podría ser un MMORPG jugado completamente en VR
SANDBOX	Juegos o mundos donde los jugadores tienen una gran libertad para modificar el entorno y crear sus propias experiencias y objetivos.	<i>Minecraft</i> y <i>Roblox</i>

Fuente: Elaboración propia.

### ***Desafíos y consideraciones éticas***

La IA y los metaversos en la educación plantea una serie de desafíos y consideraciones éticas que deben abordarse para garantizar un uso seguro y equitativo de estas tecnologías. Esta sección analiza en detalle los principales riesgos asociados con la IA y los metaversos, los desafíos técnicos y pedagógicos en su implementación, así como las consideraciones éticas junto con la necesidad de una regulación adecuada.

Los riesgos más significativos asociados con la IA y los metaversos están relacionados con la privacidad, los sesgos y las dependencias tecnológicas, por mencionar algunas. Como lo señaló Ball (2022), el uso de metaversos y ahora con la integración de la IA se ha puesto en marcha la creación de un mundo distópico para el que aún no estamos preparados, y todavía no hemos definido cómo serán educadas las siguientes generaciones para interactuar con estas herramientas digitales.

Respecto a la privacidad, esta es una de las principales preocupaciones en el uso de IA y metaversos en la educación. Los sistemas de IA recopilan y procesan grandes cantidades de datos personales de los estudiantes, incluidos sus comportamientos de aprendizaje, datos demográficos y preferencias personales. Esta recopilación de datos plantea riesgos significativos si no se maneja adecuadamente. Solórzano y Rueda (2023) destacan que la protección de los datos personales en entornos digitales inmersivos es esencial para evitar el mal uso y la explotación de la información sensible. Además, existen preocupaciones sobre quién tiene acceso a estos datos y cómo se utilizan, lo que podría llevar a violaciones de la privacidad y a la explotación comercial de la información de los estudiantes.

Otro ejemplo son los sesgos. Los algoritmos de IA pueden perpetuar y amplificar sesgos existentes si no se diseñan y supervisan adecuadamente. Esto puede resultar en decisiones injustas y discriminatorias que afectan negativamente a ciertos grupos de alumnos. Legg y Hutter (2007) advierten que la IA debe ser desarrollada y evaluada con un enfoque en la equidad y la transparencia para minimizar estos riesgos. Por ejemplo, si un sistema de IA se entrena con datos que reflejan prejuicios sociales o educativos, puede perpetuar estos prejuicios en sus decisiones y recomendaciones, y afectar desproporcionadamente a estudiantes de minorías o de contextos desfavorecidos.

Finalmente, la creciente dependencia de la tecnología en la educación puede llevar a una falta de habilidades críticas y de pensamiento independiente en los discentes. Brooks (1991) señala que una dependencia excesiva de la IA podría disminuir la capacidad de los estudiantes para resolver problemas de manera autónoma y creativa. Esta dependencia tecnológica también puede exacerbar la brecha digital entre aquellos con acceso a tecnología avanzada y aquellos sin él, creando desigualdades adicionales en el acceso a una educación de calidad.

Sin embargo, también tenemos desafíos técnicos y pedagógicos en el uso de IA y metaversos en el contexto educativo. La implementación efectiva de IA y metaversos en la educación requiere una infraestructura tecnológica robusta, incluyendo *hardware* avanzado, *software* especializado y conectividad de alta velocidad. Esto puede ser un desafío en regiones con recursos limitados, exacerbando las desigualdades existentes en el acceso a la educación. La falta de infraestructura adecuada puede limitar la capacidad de las instituciones educativas para adoptar estas tecnologías y aprovechar sus beneficios potenciales.

Además, la capacitación adecuada de los docentes es crucial para el éxito de la integración de IA y metaversos en la educación. Sutton y Barto (2020) destacan la importancia de capacitar a los docentes no solo en el uso técnico de estas tecnologías, sino también en estrategias pedagógicas que integren la IA de manera efectiva en el proceso enseñanza-aprendizaje. Sin una formación adecuada, los docentes pueden sentirse abrumados o reacios a utilizar estas herramientas, lo que puede limitar su efectividad y aceptación en el aula.

El diseño de contenidos educativos para entornos de IA y metaversos debe ser adaptativo y centrado en el estudiante. Hawkins (2021) sugiere que los contenidos deben ser diseñados para aprovechar las capacidades únicas de la IA, proporcionando experiencias de aprendizaje personalizadas y significativas. Esto implica desarrollar materiales interactivos y adaptativos que respondan a las necesidades y ritmos de aprendizaje individuales de los estudiantes, lo que puede requerir un esfuerzo considerable en términos de desarrollo y adaptación curricular.

Con respecto a las consideraciones éticas y la necesidad de una regulación adecuada, es fundamental que los sistemas de IA sean transparentes en sus procesos y

decisiones. Los desarrolladores y educadores deben ser capaces de explicar cómo y por qué la IA toma ciertas decisiones. Esto no solo aumenta la confianza en la tecnología, sino que también permite la identificación y corrección de posibles errores o sesgos. La transparencia en el desarrollo y la implementación de IA ayuda a garantizar que las decisiones tomadas por estos sistemas sean justas y equitativas.

Los estudiantes y sus padres deben ser plenamente informados sobre cómo se utilizan sus datos y deben dar su consentimiento explícito para su uso. Esto es especialmente importante en entornos educativos donde se recopila una gran cantidad de datos personales. Los principios de privacidad y consentimiento informado son esenciales para proteger los derechos de los estudiantes y garantizar que su información se maneje de manera ética y responsable.

La rápida evolución de la IA y los metaversos requiere una regulación adecuada para proteger los derechos de los usuarios y asegurar un uso ético de la tecnología. Godines y Rueda (2023) enfatizan la necesidad de políticas y marcos regulatorios que establezcan estándares claros para el desarrollo y la implementación de IA en la educación, garantizando la seguridad, privacidad y equidad. Las regulaciones deben abordar cuestiones como la protección de datos, la transparencia en los algoritmos y la equidad en el acceso a la tecnología, asegurando que todos los estudiantes puedan beneficiarse de estas innovaciones de manera justa.

### ***El futuro de la educación con IA y metaversos***

De acuerdo con algunos autores, en el contexto educativo, los metaversos tienen aplicaciones innovadoras como la RA, *Lifelogging*, *Mirror world* y RV (Kye et al., 2021). Además, están asociados a las pedagogías emergentes que se enmarcan como una solución a los contextos educativos complejos en los que las teorías pedagógicas clásicas no han podido dar razón a los fenómenos educativos.

Existen varias tendencias emergentes de la IA y los metaversos en los procesos educativos, por ejemplo:

- El uso de RA permite la superposición de información digital sobre el mundo físico y facilita la interacción en tiempo real con objetos físicos y digitales (Aparicio et al., 2022).
- Se espera la creación de gemelos digitales que permitirá replicar objetos, personas y procesos físicos en un formato virtual 3D. Esto facilitará la simulación y la experimentación en entornos educativos, mejorando la comprensión de conceptos complejos, a través de la visualización en tiempo real (Erazo y Sulbarán, 2022).
- La creación y consumo de micronarrativas, que son relatos personales y subjetivos compartidos en redes sociales y plataformas digitales, están

emergiendo como una herramienta educativa poderosa (Nieto, 2022). Estas narrativas permiten a los estudiantes expresar sus ideas y experiencias de manera interactiva y personalizada.

- Utilizar internet de las cosas (IoT), la red interconectada de dispositivos físicos (sensores, wearables, electrodomésticos, vehículos, etc.) en el metaverso permite la creación de entornos colaborativos inteligentes, donde los dispositivos interconectados pueden interactuar y compartir datos en tiempo real, así como mejorar las experiencias de aprendizaje y facilitar la resolución de problemas.
- El aprendizaje inmersivo en el metaverso está ganando terreno debido a su capacidad para fomentar la colaboración y la interacción en entornos virtuales tridimensionales. Las tendencias emergentes y los posibles desarrollos futuros incluyen EDIT (Godínes y Rueda, 2023).
- El uso del *streaming* en la educación, mediante plataformas como Twitch y YouTube, está creciendo (Nieto, 2022). Los educadores y estudiantes pueden transmitir en vivo sus actividades y proyectos, fomentando una mayor interacción y colaboración.
- El metaverso, al ser un entorno compartido, persistente y descentralizado, permite a los usuarios acceder y participar en él en cualquier momento, y las experiencias y datos permanecen disponibles independientemente de la presencia de los usuarios; lo que facilita la construcción de comunidades de aprendizaje y el trabajo en equipo en proyectos complejo (Godínes y Rueda, 2023).
- La tecnología *blockchain*, un sistema que registra información de forma segura y transparente, jugará un papel crucial en la autenticación de activos, esto incluirá la propiedad de avatares y la gestión de identidades digitales, lo que fomentará la confianza y la transparencia en las interacciones virtuales (Erazo y Sulbarán, 2022).
- La adopción de la red 5G hará posible conexiones ultrarrápidas y de baja latencia, optimizando la experiencia inmersiva en el metaverso (Erazo y Sulbarán, 2022). Por ello, se requiere una infraestructura tecnológica robusta que incluya *hardware* y *software* que soporte al metaverso. La capacitación del profesorado también es fundamental para utilizar y aprovechar las tecnologías del metaverso en el aula, que incluye el uso de plataformas de RV, la creación de contenido educativo en entornos virtuales y la gestión de experiencias de aprendizaje inmersivas (Sutton y Barto, 2020).

En los próximos años, se esperan varias innovaciones en el ámbito del metaverso con fines pedagógicos. Por ejemplo, se anticipa el desarrollo de plataformas de aprendizaje que se adapten a las necesidades individuales de los estudiantes, lo cual permite una experiencia educativa más personalizada y eficiente. Además, la creación de avatares

más realistas y entornos virtuales inmersivos continuará evolucionando, ofreciendo a los estudiantes la posibilidad de interactuar y colaborar en entornos que simulan la realidad de manera muy detallada (Aparicio *et al.*, 2022).

En cuanto a la IA, esta tecnología jugará un papel crucial en el metaverso, permitiendo la creación de asistentes virtuales inteligentes y sistemas de aprendizaje adaptativos que pueden personalizar el contenido educativo y las experiencias de aprendizaje según las necesidades individuales de los estudiantes. Esto incluye la creación de simulaciones interactivas, laboratorios virtuales y experiencias de aprendizaje personalizadas que respondan a las necesidades individuales de los estudiantes (Erazo y Sulbarán, 2022).

En el aspecto ético y de privacidad es crucial abordar las consideraciones éticas y de privacidad relacionadas con el uso del metaverso en la educación (Erazo y Sulbarán, 2022). Esto incluye la protección de datos personales de los estudiantes y la implementación de políticas que aseguren un uso responsable y seguro de estas tecnologías (Ball, 2022).

Por otro lado, se debe realizar una adaptación de los currículos educativos al integrar las nuevas metodologías y herramientas del metaverso. Esto puede incluir la incorporación de experiencias de aprendizaje basadas en proyectos, simulaciones virtuales y el uso de avatares para el aprendizaje colaborativo.

## Conclusión

En este artículo se explora el impacto transformador de la IA y los metaversos en la educación. Se describen las principales categorías de IA, incluyendo la IA estrecha, la IA general, la IA reactiva y la IA de memoria limitada, y se han presentado ejemplos concretos de cómo estas tecnologías se aplican en el ámbito educativo. Las aplicaciones prácticas incluyen tutores inteligentes, análisis predictivo, evaluación automatizada y tecnologías de realidad aumentada y virtual, que están revolucionando la forma en la que los estudiantes aprenden y los docentes enseñan.

Asimismo, se ha discutido el concepto de metaversos, destacando sus características esenciales y su evolución desde la ciencia ficción hasta su implementación actual. Los metaversos ofrecen nuevas oportunidades para la educación, a través de entornos inmersivos y colaborativos, permitiendo una interacción más profunda y significativa entre los estudiantes y el contenido educativo.

No obstante, la adopción de estas tecnologías debe ser crítica y bien informada. Los desafíos técnicos, como la necesidad de infraestructura tecnológica avanzada y la capacitación adecuada de los docentes, son cruciales para su implementación exitosa. Además, las consideraciones éticas, como la protección de la privacidad y la equidad,

deben ser priorizadas para asegurar que el uso de la IA y los metaversos en la educación sea justo y beneficioso para todos los alumnos.

Es fundamental que los educadores, padres y responsables de políticas educativas se involucren activamente en la adopción de estas tecnologías. Los educadores deben estar abiertos a capacitarse y explorar nuevas metodologías que integren la IA y los metaversos en el aula. Los padres deben informarse sobre estas tecnologías y colaborar con las instituciones educativas para garantizar un uso seguro y efectivo. Finalmente, los responsables de políticas educativas deben desarrollar marcos regulatorios y políticas que promuevan la equidad, la transparencia y la protección de datos en el uso de estas tecnologías.

La IA y los metaversos tienen el potencial de revolucionar la educación, pero su adopción debe ser guiada por una comprensión profunda y crítica de sus capacidades y limitaciones. Solo así podremos asegurar que estas innovaciones tecnológicas contribuyan a un futuro educativo más equitativo y efectivo. <sup>sc</sup>

## Referencias

- Aparicio, O. Y., Ostos, O. L., y Mesa, J. G. (2022). La convergencia de aprendizajes en el metaverso. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 15(2), 385-398. <https://doi.org/10.15332/25005421.7879>
- Ball, M. (2022). *El metaverso y cómo lo revolucionará todo* (1.ª ed.). Deusto.
- Brooks, R. A. (1991). Intelligence without representation. *Artificial Intelligence*, 47(1-3), 139-159. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(91\)90053-M](https://doi.org/10.1016/0004-3702(91)90053-M)
- Crespo-Pereira, V., Sánchez-Amboage, E., y Membiela-Pollán, M. (2023). Facing the challenges of metaverse: a systematic literature review from Social Sciences and Marketing and Communication. *Profesional de la información*, 32(1). <https://doi.org/10.3145/epi.2023.ene.02>
- Erazo, J., y Sulbarán, P. (2022). Metaverso: más allá de la realidad inmersiva. *Revista Electrónica Conocimiento Libre y Licenciamiento*, 129-140.
- Godines, J. C. V., y Rueda, C. J. A. (2023). El trabajo colaborativo en los EDIT, explorando el aprendizaje inmersivo en el metaverso. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/red.539671>

- Goertzel, B., Iklé, M., Potapov, A., y Ponomaryov, D. (Eds.). (2022). *Artificial General Intelligence: 15<sup>th</sup> International Conference, AGI 2022, Seattle, WA, USA, August 19–22, 2022, Proceedings*. Springer.
- Hwang, G. J., y Chien, S. Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: an artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/J.CAEAI.2022.100082>
- Hawkins, J. (2021). *A thousand brains: a new theory of intelligence*. Basic Books.
- Johnson, L., Becker, S. A., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., y Hall, C. (2016). *NMC horizon report: 2016 higher education edition*. The New Media Consortium.
- Kanematsu, H., Kobayashi, T., Barry, D. M., Fukumura, Y., Dharmawansa, A., y Ogawa, N. (2014). Virtual STEM class for nuclear safety education in metaverse. *Procedia Computer Science*, 35(C), 1255-1261. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2014.08.224>
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., y Jo, S. (2021). Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 18. <https://doi.org/10.3352/JEEHP.2021.18.32>
- Kulik, J. A., y Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42-78. <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>
- Legg, S., y Hutter, M. (2007). Universal intelligence: a definition of machine intelligence. *Minds & Machines*, 17(4), 391-444. <https://doi.org/10.1007/s11023-007-9079-x>
- Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., y Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: a meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901-918. <https://doi.org/10.1037/a0037123>
- Nieto, J. A. (2022). Una introducción al metaverso: conceptualización y alcance de un nuevo universo. *AdComunica*, 41-56. <https://doi.org/10.6035/adcomunica.6544>
- Pane, J. F., Griffin, B. A., McCaffrey, D. F., y Karam, R. (2014). Effectiveness of cognitive tutor algebra I at scale. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 36(2), 127-144. <https://doi.org/10.3102/0162373713507480>



- Solórzano, J. G. L., y Rueda, C. J. Á. (2023). Revisión sistemática de los entornos digitales inmersivos tridimensionales en la enseñanza de la programación. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73).
- Shermis, M. D., y Burstein, J. (Eds.). (2013). *Handbook of automated essay evaluation: current applications and new directions*. Routledge.
- Sutton, R. S., y Barto, A. G. (2020). *Reinforcement learning: an introduction* (2.ª ed.). MIT Press.