

# La evolución del metaverso y su influencia en la realidad digital: Una revisión y líneas de investigación futura

## The Evolution of the Metaverse and its Influence on Digital Reality: A Review and Future Research Directions

Alberto Tomás Delso Vicente<sup>1</sup>: Universidad Rey Juan Carlos, España.

[alberto.delso@urjc.es](mailto:alberto.delso@urjc.es)

Margarita Almonacid Durán: Universidad Rey Juan Carlos, España.

[margarita.almonacid@urjc.es](mailto:margarita.almonacid@urjc.es)

María García De Blanes Sebastián: Universidad Rey Juan Carlos, España.

[maria.garciadeblanes@urjc.es](mailto:maria.garciadeblanes@urjc.es)

Fecha de Recepción: 07/06/2024

Fecha de Aceptación: 19/07/2024

Fecha de Publicación: 18/09/2024

### Cómo citar el artículo:

Delso Vicente, A. T., Almonacid Durán, M. y García De Blanes Sebastián, M. (2024). La evolución del metaverso y su influencia en la realidad digital: Una revisión y líneas de investigación futura [The Evolution of the Metaverse and its Influence on Digital Reality: A Review and Future Research Directions]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-22. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-546>

### Resumen:

**Introducción:** Este estudio revisa los desarrollos significativos en el metaverso y su impacto en la realidad digital, enfocándose en los avances en tecnologías inmersivas, infraestructuras digitales y la integración de energías renovables. **Metodología:** Se realizó una revisión sistemática de la literatura utilizando las directrices PRISMA, centrada en artículos publicados entre 01 de enero de 2022 al 30 de junio de 2024. Se utilizó Web of Science, con términos de búsqueda como "metaverso", y con el filtro de indexaciones SSCI. **Resultados:** La revisión destaca el papel crítico de las redes 5G, la computación en la nube y el edge computing en el soporte de aplicaciones de AR y VR, la integración de fuentes de energía renovable para mejorar la sostenibilidad y el uso de la ciencia de datos para optimizar las experiencias de usuario y los recursos energéticos. **Discusión:** Los hallazgos confirman la importancia de infraestructuras digitales robustas y revelan nuevas perspectivas sobre la rápida evolución y

<sup>1</sup> Autor Correspondiente: Nombre y Apellidos. Filiación (País).

adopción más amplia de tecnologías inmersivas en diversos sectores. **Conclusiones:** Es esencial continuar invirtiendo en infraestructuras digitales y la integración de energías renovables. La investigación futura debe ampliar el periodo de estudio, diversificar los idiomas, incluir literatura gris, realizar estudios longitudinales y explorar el impacto de la integración energética y los desafíos de interoperabilidad.

**Palabras clave:** Metaverso, Infraestructura Digital, Ciencia de Datos, Energías Renovables, Movilidad Digital Sostenible, Impacto Económico, revisión de literatura, infraestructura digital.

#### **Abstract:**

**Introduction:** This study reviews the significant developments in the metaverse and its impact on digital reality, focusing on advancements in immersive technologies, digital infrastructures, and renewable energy integration. **Methodology:** A systematic literature review was conducted using the PRISMA guidelines, focusing on articles published between 01 January 2022 and 30 June 2024. Web of Science with search terms like “metaverse”, “digital infrastructure”, “immersive technologies”, “renewable energy”, and “data science”. **Results:** The review highlights the critical role of 5G networks, cloud computing, and edge computing in supporting AR and VR applications, the integration of renewable energy sources to enhance sustainability, and the use of data science for optimizing user experiences and energy resources. **Discussions:** The findings confirm the importance of robust digital infrastructures and reveal new perspectives on the rapid evolution and broader adoption of immersive technologies across various sectors. **Conclusions:** Continued investment in digital infrastructures and renewable energy integration is essential. Future research should expand the study period, diversify languages, include grey literature, conduct longitudinal studies, and explore the impact of energy integration and interoperability challenges.

**Keywords:** Metaverse, Digital Infrastructure, Data Science, Renewable Energy, Sustainable Digital Mobility, Economic Impact, literature review, Digital Infrastructure.

## **1. Introducción**

En la última década, el panorama del metaverso ha experimentado un cambio significativo, impulsado no solo por avances tecnológicos en las tecnologías inmersivas, sino también por transformaciones en las infraestructuras digitales y un creciente interés en las fuentes de energía renovable (Barman *et al.*, 2023; Rubino *et al.*, 2017). Este fenómeno ha capturado la atención tanto de investigadores como de profesionales, dado su potencial para revolucionar la manera en que interactuamos con el mundo digital y físico.

La investigación actual sobre el metaverso se centra en analizar cómo las ciencias de los datos han transformado el marketing digital y cómo ha cambiado el entorno de la industria. Esta revisión es relevante porque permite comprender los efectos de estas transformaciones en el sector, lo cual es crucial para identificar áreas clave de investigación futura y establecer políticas que fomenten una colaboración público-privada para un desarrollo sostenible del metaverso.

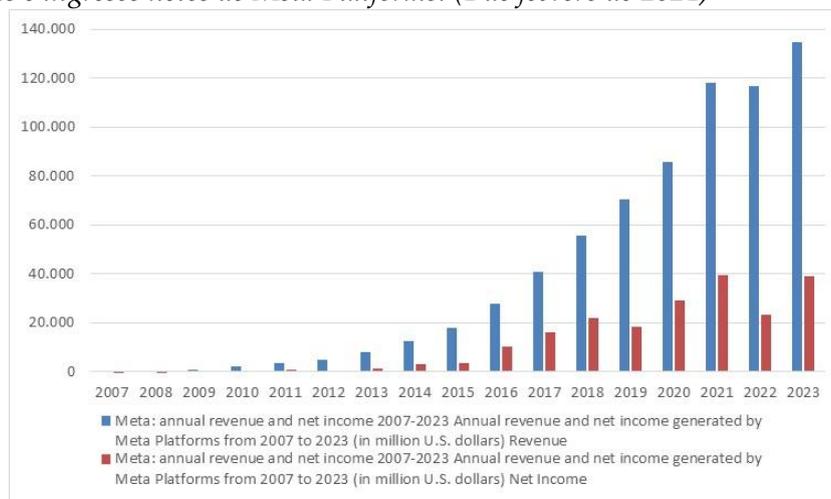
Este artículo tiene como objetivo proporcionar una revisión sistemática de la evolución del metaverso en los últimos tres años, utilizando la metodología PRISMA para analizar las tendencias, avances y desafíos en infraestructuras digitales, tecnologías inmersivas y energías renovables. Se busca identificar las áreas clave de investigación futura y las políticas necesarias para fomentar una colaboración público-privada que impulse el desarrollo sostenible del metaverso.

La Figura 1 muestra el crecimiento anual de los ingresos y beneficios netos generados por Meta Platforms desde 2007 hasta 2023. Esta gráfica ilustra cómo una de las principales empresas involucradas en el desarrollo del metaverso ha experimentado un crecimiento financiero significativo a lo largo de los años. Este crecimiento refleja la creciente importancia económica del metaverso y el papel central de Meta Platforms en su desarrollo.

La investigación en el metaverso está en pleno auge debido a su potencial para transformar múltiples sectores, desde el entretenimiento hasta la educación y el trabajo. Analizar estas transformaciones es esencial para entender cómo estas tecnologías pueden integrarse de manera sostenible y efectiva en nuestra vida diaria.

**Figura 1.**

*Ingresos anuales e ingresos netos de Meta Platforms. (1 de febrero de 2024)*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

El metaverso se utiliza en varios campos para describir mundos virtuales o alternativos. Este concepto integra la realidad física con la digital, representando una convergencia disruptiva de dos tecnologías: la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA). En la actualidad, los avatares desempeñan un papel central en el metaverso, siendo representados por chatbots conversacionales basados en inteligencia artificial (IA). Estos chatbots permiten a las empresas interactuar con numerosos usuarios de manera continua, las 24 horas del día, los 365 días del año (Zerón, 2023).

La industria del marketing digital ha sido significativamente influenciada por la ciencia de datos, que ha permitido una personalización y eficiencia sin precedentes en los servicios digitales. Este cambio ha creado nuevas oportunidades y desafíos que deben ser explorados para maximizar su impacto positivo (Fast *et al.*, 2023).

La tecnología digital genera una enorme cantidad de datos, lo que ha dado lugar a una nueva economía. Los datos se reconocen ahora como un recurso valioso que crea valor tanto para las empresas como para las sociedades. Esta economía digital ha propiciado el surgimiento de un pequeño grupo de "empresas superestrella" (van Reenen y Patterson, 2017), cuyo éxito a menudo se atribuye a su acceso superior a los datos y a su capacidad para aprovechar este recurso. Sin embargo, existe un debate en curso sobre si el valor comercial generado por estas empresas proporciona beneficios económicos a largo plazo para todas las partes interesadas y si estos beneficios están relacionados con el marketing digital.

Las preocupaciones sobre el poder de mercado impulsado por los datos y las prácticas anticompetitivas de las empresas con abundancia de datos han provocado un debate político global sobre la necesidad de una regulación ex ante de la tecnología de la información (TI) en los mercados digitales (Crémer *et al.*, 2019; Furman *et al.*, 2019; Scott *et al.*, 2019).

Estudiar estos cambios es relevante porque nos ayuda a entender cómo las tecnologías emergentes y las infraestructuras digitales pueden ser mejor aprovechadas para crear un metaverso sostenible y equitativo. Además, permite identificar las brechas existentes en la investigación actual y proponer nuevas áreas de estudio.

Este artículo estudia la evolución del metaverso, centrándose en tres áreas principales: infraestructuras digitales, tecnologías inmersivas y energías renovables. Se define el metaverso como un espacio virtual colectivo, creado por la convergencia de la realidad física virtualmente mejorada y un espacio virtual físicamente persistente, incluyendo la suma de todos los mundos virtuales, la realidad aumentada y el internet (Wang *et al.*, 2022).

Es importante estudiar estas áreas porque el metaverso tiene el potencial de transformar significativamente diversos sectores. La identificación de avances y desafíos en estas áreas permitirá una mejor planificación y desarrollo de políticas que promuevan un crecimiento sostenible y equitativo del metaverso.

Se ha identificado que no existe ningún paper académico que aborde de manera integral la evolución del metaverso considerando infraestructuras digitales, tecnologías inmersivas y energías renovables en conjunto. Autores como Barman *et al.* (2023) y Rubino *et al.* (2017) han señalado la necesidad de investigar estos temas de manera más profunda.

### **Preguntas de Investigación:**

1. ¿Cuáles son las tendencias recientes en el desarrollo del metaverso?
2. ¿Qué avances tecnológicos han sido más significativos en los últimos tres años?
3. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta el desarrollo del metaverso?

**Objetivo Principal:** Proporcionar una revisión sistemática de la evolución del metaverso en los últimos tres años.

### **Subobjetivos:**

1. Analizar las tendencias y avances en infraestructuras digitales.
2. Evaluar el impacto de las tecnologías inmersivas en el desarrollo del metaverso.
3. Identificar los desafíos y oportunidades en la integración de energías renovables en el metaverso.

La originalidad de este artículo radica en su enfoque integral que combina análisis de infraestructuras digitales, tecnologías inmersivas y energías renovables, y en el uso de gráficos visuales y matrices para presentar los datos de manera clara y comprensible. Además, se propone una revisión sistemática utilizando la metodología PRISMA, lo que añade rigor y profundidad al análisis.

El resto de este documento está organizado de la siguiente manera: La sección 2 presenta el Marco teórico en el cual se analizan los conceptos básicos del metaverso, las tecnologías inmersivas, la infraestructura digital, las energías renovables y la ciencia de datos y análisis. La sección 3 presenta la metodología, la sección 4 los resultados, la sección 5 la discusión, la sección 6 las conclusiones y por último, la sección 7 las limitaciones y futuras líneas de investigación.

## 2. Marco Teórico

El metaverso, entendido como una convergencia de realidades virtuales y aumentadas, representa un avance significativo en la interacción digital. Su desarrollo y adopción se basan en varias tecnologías clave, incluyendo la realidad aumentada (AR), la realidad virtual (VR), las redes 5G, la inteligencia artificial (IA) y el *blockchain*. Este marco teórico explora las principales áreas de estudio y desarrollo dentro del metaverso, con un enfoque en la infraestructura digital, las tecnologías inmersivas y las energías renovables.

### 2.1. Tecnologías Inmersivas

Las tecnologías inmersivas, como la AR y la VR, son fundamentales para el metaverso. Estas tecnologías permiten la creación de entornos virtuales altamente interactivos y envolventes, que pueden ser utilizados en una variedad de aplicaciones, desde el entretenimiento hasta la educación y la capacitación profesional. La AR superpone información digital sobre el mundo real, mejorando la percepción del usuario, mientras que la VR crea entornos completamente virtuales que pueden simular experiencias del mundo real o imaginarias (Milgram y Kishino, 1994).

El avance en la resolución de las pantallas, la reducción de la latencia y la mejora de los algoritmos de seguimiento han permitido experiencias más realistas y atractivas en AR y VR. Estos desarrollos han sido impulsados por la demanda de experiencias más inmersivas y la necesidad de herramientas más efectivas para la formación y la colaboración remota (Xiong *et al.*, 2021). La tecnología que permite estas mejoras incluye el uso de pantallas de alta resolución, que ofrecen imágenes más nítidas y detalladas; la integración de sensores de seguimiento más precisos, que reducen la latencia y mejoran la sincronización entre los movimientos del usuario y la respuesta del sistema; y el desarrollo de algoritmos avanzados que optimizan el rendimiento y la precisión de los entornos virtuales.

El uso de la inteligencia artificial (IA) en la mejora de la interacción y personalización de las experiencias de AR y VR ha sido crucial. La IA permite crear avatares y asistentes virtuales más naturales y responsivos, lo cual mejora la inmersión del usuario y facilita la colaboración en tiempo real. Por ejemplo, en el ámbito educativo, estas tecnologías están transformando la manera en que los estudiantes interactúan con el contenido, permitiendo simulaciones complejas y entornos de aprendizaje inmersivos que serían imposibles de recrear en un aula tradicional (Huang *et al.*, 2021).

En el sector empresarial, las aplicaciones de AR y VR están revolucionando la formación y el entrenamiento, ofreciendo simulaciones realistas que mejoran la preparación y la seguridad de los empleados. Por ejemplo, en la industria médica, estas tecnologías permiten a los profesionales practicar procedimientos quirúrgicos en un entorno controlado antes de realizarlos en pacientes reales (Syed *et al.*, 2022).

La combinación de todas estas tecnologías no solo está mejorando las experiencias actuales, sino que también está abriendo nuevas posibilidades para el futuro de la realidad virtual y aumentada, posicionándolas como herramientas esenciales para una amplia variedad de aplicaciones profesionales, educativas y empresariales.

## 2.2. Infraestructura Digital

La infraestructura digital del metaverso se basa en redes de alta velocidad y capacidad, como las redes 5G, esenciales para manejar las grandes cantidades de datos requeridos por las aplicaciones de AR y VR en tiempo real. Las redes 5G ofrecen mayores velocidades de transferencia de datos, menor latencia y una mayor capacidad de conexión simultánea en comparación con las generaciones anteriores de tecnología móvil (Kaur *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2021). Estas características permiten experiencias más fluidas y realistas en entornos virtuales, cruciales para aplicaciones que requieren interacciones en tiempo real y gran ancho de banda.

Además, la computación en la nube y el *edge computing* juegan un papel crucial en la provisión de la potencia de procesamiento necesaria para las aplicaciones avanzadas del metaverso. La computación en la nube permite el acceso a recursos de computación y almacenamiento de manera flexible y escalable, facilitando la gestión y el análisis de grandes volúmenes de datos generados en entornos virtuales (Shi *et al.*, 2016; Syed *et al.*, 2022). Por otro lado, el *edge computing* acerca el procesamiento de datos al lugar donde se generan, reduciendo la latencia y mejorando la eficiencia en la transmisión de datos. Esto es especialmente importante para aplicaciones que requieren una respuesta rápida y precisa, como la realidad aumentada y la realidad virtual, donde incluso pequeños retrasos pueden afectar la experiencia del usuario.

La combinación de redes 5G, computación en la nube y *edge computing* no solo soporta la infraestructura actual del metaverso, sino que también abre nuevas posibilidades para su desarrollo futuro. Estas tecnologías permiten la creación de entornos virtuales más complejos y dinámicos, mejorando la capacidad de interacción y colaboración en tiempo real. A medida que estas tecnologías continúan evolucionando, es probable que veamos una expansión aún mayor en las capacidades y aplicaciones del metaverso.

## 2.3. Energías Renovables

A medida que el uso del metaverso crece, también lo hace su consumo de energía. Las infraestructuras digitales que soportan el metaverso requieren una cantidad significativa de energía para funcionar, lo que plantea desafíos en términos de sostenibilidad ambiental. Integrar fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, en estas infraestructuras es esencial para mitigar su impacto ambiental. Las tecnologías de almacenamiento de energía, como las baterías de litio, están evolucionando rápidamente para satisfacer estas demandas crecientes de energía (Dunn *et al.*, 2011; Gielen *et al.*, 2019).

La adopción de energías renovables no solo reduce la huella de carbono del metaverso, sino que también mejora la resiliencia de la infraestructura digital al diversificar las fuentes de energía y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Además, la integración de tecnologías inteligentes de gestión de energía puede optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia operativa (Gielen *et al.*, 2019; Syed *et al.*, 2022). Estas tecnologías permiten una monitorización y control más precisos del consumo energético, lo que facilita la implementación de estrategias de ahorro y eficiencia energética en tiempo real.

La implementación de redes inteligentes y sistemas de gestión de energía también puede facilitar la integración de fuentes de energía renovable en las infraestructuras del metaverso, garantizando un suministro de energía más estable y sostenible. La colaboración entre desarrolladores de tecnología, proveedores de energía y reguladores es crucial para impulsar estas iniciativas y asegurar un futuro más sostenible para el metaverso.

## 2.4. Ciencia de Datos y Análisis

La implementación de ciencia de datos y análisis avanzados está transformando el metaverso. Los datos generados a partir de interacciones en el metaverso pueden ser utilizados para mejorar la personalización y la eficiencia de los servicios digitales. La inteligencia artificial y el aprendizaje automático permiten analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, proporcionando *insights* valiosos que pueden mejorar la experiencia del usuario y optimizar los recursos (Chen *et al.*, 2012; Jordan y Mitchell, 2015).

Los algoritmos de aprendizaje automático pueden predecir patrones de comportamiento del usuario, personalizar experiencias y mejorar la seguridad en el metaverso. Estos algoritmos analizan datos históricos y en tiempo real para identificar comportamientos y tendencias, permitiendo ofrecer recomendaciones y alertas personalizadas que mejoran la interacción del usuario. Además, el análisis de *big data* puede identificar tendencias emergentes y facilitar la toma de decisiones informadas para el desarrollo de nuevas funcionalidades y servicios (Jordan y Mitchell, 2015; Shamim *et al.*, 2020).

El uso de estas tecnologías también contribuye a la mejora de la infraestructura del metaverso, permitiendo una gestión más eficiente de los recursos y una optimización de los procesos operativos. La integración de inteligencia artificial y análisis avanzados en el metaverso no solo potencia la experiencia del usuario, sino que también impulsa la innovación continua en este entorno digital en rápido crecimiento.

## 2.5. Desafíos y Oportunidades

A pesar de los avances tecnológicos, el metaverso enfrenta varios desafíos. La estandarización de tecnologías y plataformas es crucial para garantizar la interoperabilidad y la experiencia del usuario. Además, existen preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos, ya que el metaverso implica la recolección y análisis de grandes cantidades de información personal (Roesner *et al.*, 2014; Di Pietro *et al.*, 2021). La falta de estándares puede llevar a fragmentación, dificultando la integración de diferentes aplicaciones y servicios dentro del metaverso.

Las oportunidades para el metaverso son vastas. Desde la educación y la formación profesional hasta el entretenimiento y las redes sociales, el metaverso tiene el potencial de transformar múltiples industrias. Por ejemplo, en el ámbito educativo, las plataformas de realidad virtual pueden ofrecer entornos de aprendizaje inmersivos y colaborativos que trascienden las limitaciones geográficas (Huang *et al.*, 2021). En el entretenimiento, el metaverso puede proporcionar experiencias interactivas y personalizadas, mientras que, en las redes sociales, puede facilitar nuevas formas de interacción y conexión entre usuarios (Gielen *et al.*, 2019).

La colaboración público-privada será esencial para abordar los desafíos y aprovechar las oportunidades que presenta esta nueva realidad digital. La cooperación entre gobiernos, empresas tecnológicas y organizaciones de estándares puede acelerar la creación de un metaverso seguro, interoperable y accesible para todos. La inversión en investigación y desarrollo, así como en infraestructura de tecnología de la información, será crucial para apoyar el crecimiento y la sostenibilidad del metaverso.

### 3. Metodología

El estudio se realizó utilizando un enfoque de revisión sistemática de la literatura para analizar la evolución del metaverso y su influencia en la realidad digital. Este enfoque permite una evaluación exhaustiva y estructurada de los desarrollos tecnológicos, tendencias y desafíos en las áreas de infraestructuras digitales, tecnologías inmersivas y energías renovables.

#### 3.1. Estrategia de Búsqueda

Para garantizar una cobertura amplia y relevante de la literatura existente, se diseñó una estrategia de búsqueda detallada. Se utilizaron bases de datos de Web of Science. Las palabras clave empleadas en la búsqueda fueron "metaverso". La búsqueda se centró en publicaciones de los años 2022, 2023 y 2024.

#### 3.2. Criterios de Inclusión y Exclusión

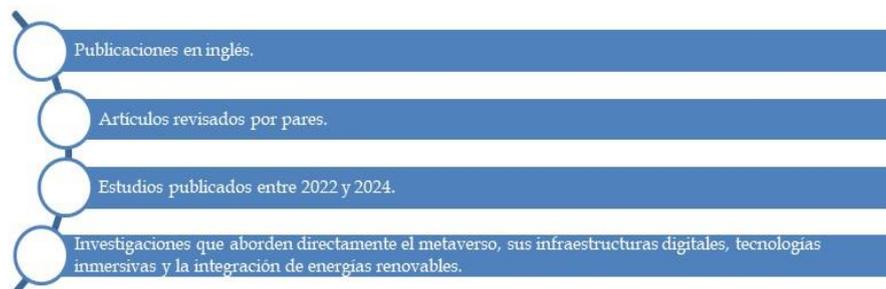
Se aplicaron criterios estrictos de inclusión y exclusión para seleccionar los estudios más relevantes y de alta calidad:

##### 3.2.1. Criterios de Inclusión

En la Figura 2, se señala los criterios utilizados para incluir los estudios.

**Figura 2.**

*Criterios de inclusión*



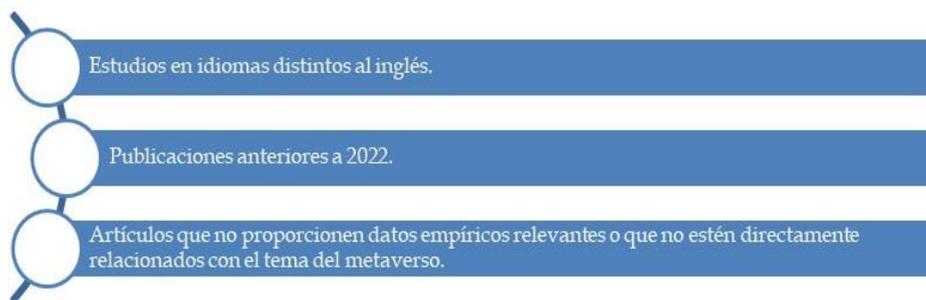
**Fuente:** Elaboración propia (2024).

##### 3.2.2. Criterios de Exclusión

En la Figura 3, se señala los criterios utilizados para excluir los estudios.

**Figura 3.**

*Criterios de exclusión.*



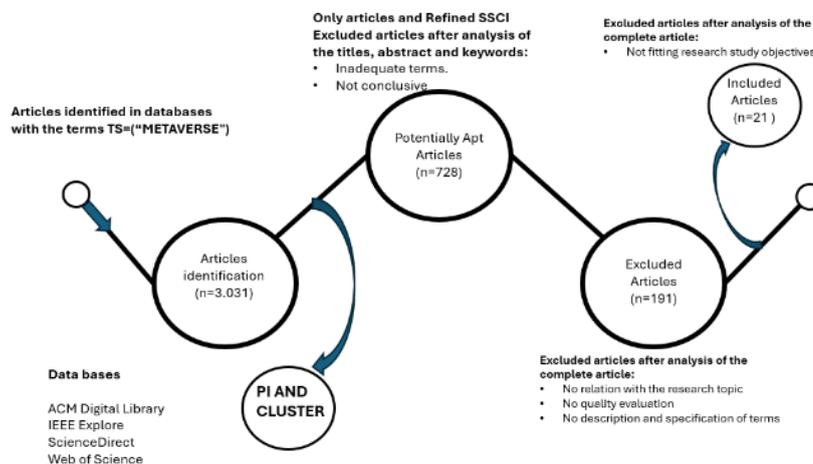
**Fuente:** Elaboración propia (2024).

### 3.2.3. Proceso de Filtrado

El proceso de selección de artículos siguió las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), asegurando una revisión sistemática y exhaustiva de la literatura. Los pasos del proceso de filtrado se señalan en la Figura 4 mediante el proceso de guía PRISMA:

**Figura 4.**

*Proceso de filtrado*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

### Análisis de Datos

Los datos extraídos de los artículos seleccionados se organizaron y analizaron utilizando técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo. Se crearon matrices de datos para identificar tendencias, avances tecnológicos y desafíos en el desarrollo del metaverso. Los principales aspectos analizados incluyeron:

- Infraestructura Digital:** Evolución y despliegue de redes 5G, computación en la nube y *edge computing*.
- Tecnologías Inmersivas:** Avances en realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR), incluyendo mejoras en hardware y software.

- **Energías Renovables:** Integración de fuentes de energía renovable en infraestructuras digitales y su impacto en la sostenibilidad del metaverso.
- **Ciencia de Datos y Análisis:** Aplicaciones de inteligencia artificial y aprendizaje automático en la optimización de experiencias inmersivas y la gestión de recursos energéticos.
- **Herramientas y Técnicas**

### Validación y Confiabilidad

Para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados, se adoptaron varias estrategias:

- **Triangulación de Fuentes:** Comparar y contrastar hallazgos de múltiples estudios para asegurar la coherencia y robustez de las conclusiones.
- **Revisión por Pares:** Incluir solo artículos revisados por pares para garantizar la calidad y rigor académico de las fuentes utilizadas.
- **Análisis Crítico:** Evaluar críticamente la metodología y los resultados de cada estudio incluido para identificar posibles sesgos y limitaciones.

### Limitaciones de la metodología

Es importante reconocer algunas limitaciones de esta metodología:

- **Periodo de Tiempo:** La revisión se limitó a estudios publicados entre 2022 y 2024, lo que puede excluir investigaciones relevantes anteriores.
- **Idioma:** La inclusión de solo estudios en inglés puede sesgar los hallazgos hacia investigaciones predominantemente de países anglófonos.
- **Acceso a Datos:** La disponibilidad y acceso a ciertos artículos puede haber sido limitada por restricciones de suscripción a bases de datos específicas.

## 4. Resultados

El análisis de la literatura revela un crecimiento significativo en el desarrollo e implementación de infraestructuras digitales para el metaverso en el periodo desde el 01 de enero del 2022 al 30 de junio de 2024. Los avances en redes 5G y la computación en la nube han sido fundamentales para soportar las vastas cantidades de datos requeridos por las aplicaciones de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR). La adopción de redes 5G ha permitido mayores velocidades de transferencia de datos y menor latencia, facilitando experiencias más inmersivas y en tiempo real en el metaverso. Según estudios recientes, la importancia de las redes 5G radica en su capacidad para mejorar la conectividad y manejar grandes volúmenes de datos en entornos virtuales.

Las tecnologías inmersivas, particularmente la AR y la VR, también han experimentado avances significativos en términos de hardware y software. Las mejoras en la resolución de pantallas y la precisión de los algoritmos de seguimiento han permitido experiencias de AR más realistas y envolventes. Por otro lado, la VR ha visto mejoras en la reducción de la latencia y el aumento del realismo de los entornos virtuales, lo que ha llevado a un incremento en la adopción de dispositivos VR para entretenimiento y usos profesionales.

En cuanto a las energías renovables, la integración de fuentes de energía solar y eólica en la infraestructura del metaverso ha sido una estrategia clave para reducir la huella de carbono y mejorar la sostenibilidad. La adopción de estas fuentes de energía no solo reduce las emisiones de carbono, sino que también mejora la resiliencia energética de las infraestructuras digitales.

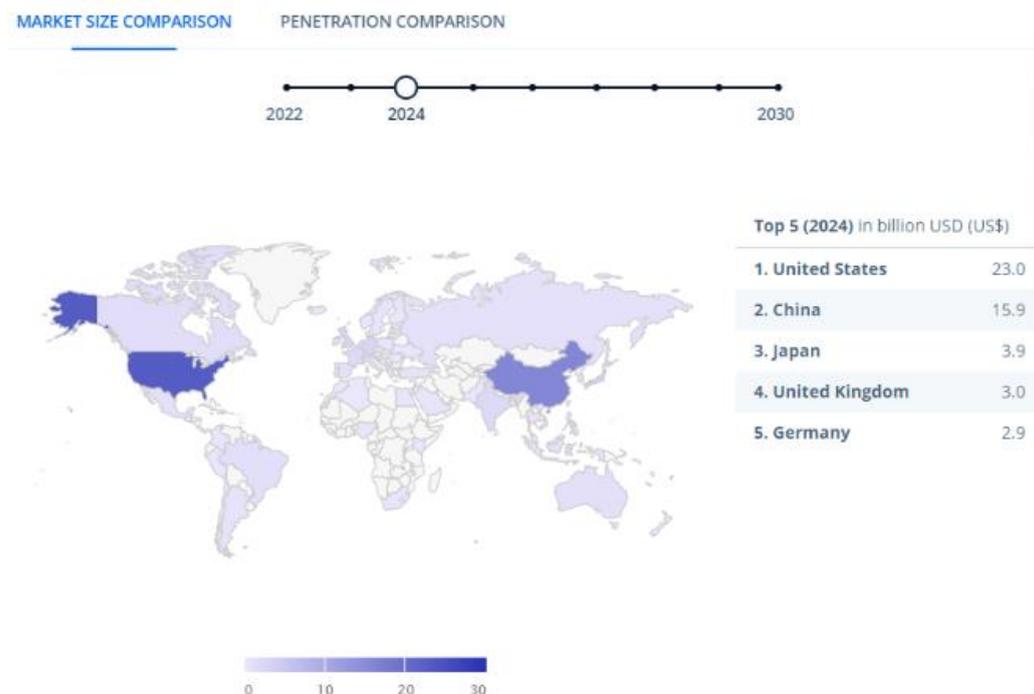
Las tecnologías de almacenamiento, como las baterías de litio, han avanzado para satisfacer las crecientes demandas de energía del metaverso, mostrando mejoras en la eficiencia y capacidad de las baterías, lo cual es crucial para soportar el uso intensivo de energía en aplicaciones inmersivas.

Las Figuras 5 y 6 presentan la comparación del tamaño del mercado del metaverso entre los años 2024 y 2030 para varios países seleccionados. Estas gráficas ilustran cómo se espera que el mercado del metaverso crezca en diferentes regiones, mostrando una proyección del valor del mercado en miles de millones de dólares. Países como Estados Unidos, China y Japón destacan por su crecimiento significativo, mientras que otros países como Argelia y Austria muestran un crecimiento más modesto pero constante. Esta información es vital para identificar las regiones con mayor potencial de inversión y desarrollo en el ámbito del metaverso.

- **Estados Unidos y China:** Estos dos países lideran el crecimiento del mercado del metaverso, con proyecciones que alcanzan los 159.2 y 87.6 mil millones de USD, respectivamente, para el año 2030. Este crecimiento refleja su fuerte infraestructura tecnológica y alta adopción de tecnologías inmersivas.
- **Japón y el Reino Unido:** Ambos países muestran un crecimiento sustancial, con el mercado proyectado para llegar a 27.4 y 21.7 mil millones de USD, respectivamente, para 2030. Esto subraya su posición como importantes jugadores en el desarrollo y adopción del metaverso.
- **Países en Desarrollo:** Países como Argelia, Argentina y Brasil también muestran un crecimiento significativo, aunque en menor escala, destacando el potencial de expansión del metaverso en mercados emergentes.

**Figura 5.**

*Comparación del tamaño del mercado 2024*

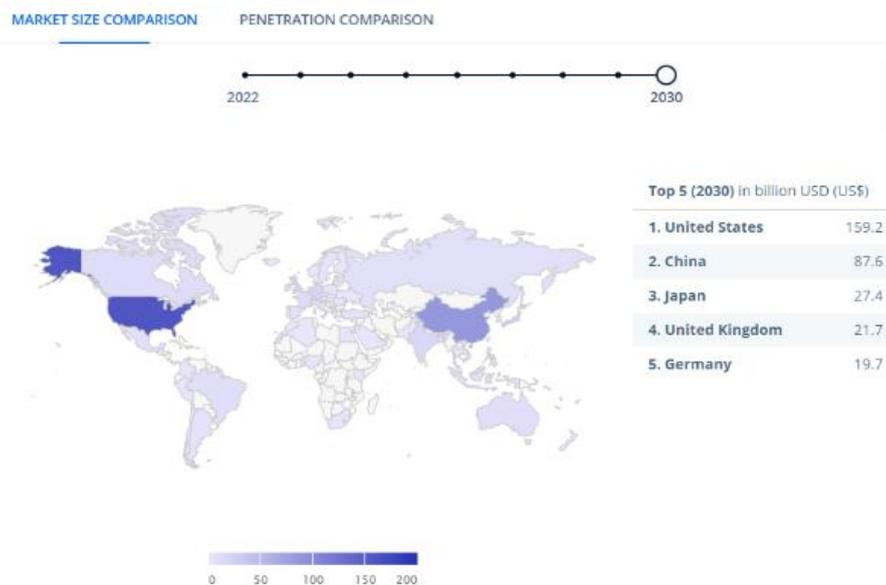


**Fuente:** Elaboración propia (2024).

La ciencia de datos ha jugado un papel fundamental en la optimización y personalización de experiencias en el metaverso. El uso de algoritmos de aprendizaje automático ha permitido predecir patrones de comportamiento del usuario, personalizar experiencias y mejorar la seguridad en el metaverso. Además, la inteligencia artificial ha sido utilizada para optimizar el uso de recursos energéticos y mejorar la eficiencia operativa, integrando sistemas inteligentes de gestión de energía que permiten una distribución más eficiente de la energía en las infraestructuras del metaverso.

**Figura 6.**

*Comparación del tamaño del mercado 2030*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

A pesar de estos avances, el desarrollo del metaverso enfrenta varios desafíos. La falta de estándares unificados para tecnologías y plataformas ha sido un obstáculo significativo, afectando la interoperabilidad entre diferentes sistemas y dispositivos. Asimismo, la recopilación y análisis de grandes cantidades de datos personales plantean importantes preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad. La falta de regulaciones unificadas y la incertidumbre en la inversión también son obstáculos clave que requieren una mayor cooperación público-privada para ser superados.

La Tabla 1 presenta las principales investigaciones realizadas en el campo del metaverso. En ella se detallan los autores, la revista en la que se publicó, el número de citas obtenidas, la metodología utilizada, los datos recopilados, la principal contribución de cada estudio y su aplicación.

Tabla 1.

Principales artículos en el campo del metaverso.

AUTOR	REVISTA	CITAS	METODOLOGÍA	DATOS	PRINCIPALES CONTRIBUCIONES	USOS
Barrera y Shah, (2023)	Revista de Investigación Empresarial	122	Revisión bibliográfica y opiniones de expertos	Diversas disciplinas y líderes del sector	Definición y marco organizativo	Práctica e investigación de marketing
Belk et al., (2022)	Revista de Investigación Empresarial	103	Examen de las criptomonedas y las NFT	Criptomonedas, coleccionables algorítmicos y NFT	Nuevas formas de propiedad	Arte digital y NFT
Buhalis et al., (2023a)	Revista Internacional de Gestión Hotelera Contemporánea	155	Revisión exhaustiva de literatre	Hostelería y turismo	Experiencia del cliente y co-creación de valor	Gestión hotelera
Buhalis et al., (2023b)	Gestión Turística	146	Revisión sistemática	Medios de comunicación e informes sectoriales	Metaverso en la gestión turística	Gestión de destinos turísticos
Buhalis et al., (2022)	Revista Internacional de Gestión Hotelera Contemporánea	53	Revisión sistemática y análisis bibliográfico	Hostelería y turismo	Hospitalidad inteligente	Ecosistemas hosteleros inteligentes
Chen et al., (2023)	Revista Internacional de Gestión Hotelera Contemporánea	33	Revisión crítica	Tecnología digital en hostelería y viajes	Enfoque de transformación digital	Transformación digital en la hostelería
Dwivedi et al., (2023)	Psicología Y Marketing	180	Revisión bibliográfica y opiniones de expertos	Vista de meta-plataformas	Implicaciones y marco de marketing	Marketing y publicidad digitales
Hadi et al., (2024)	Revista De Psicología del Consumidor	43	Perspectiva multidisciplinar	Cinco elementos clave del metaverso	Implicaciones para el comportamiento de los consumidores	Análisis del comportamiento del consumidor
Kozinets, (2023)	Revista de Gestión de Servicios	73	Desarrollo de la netnografía inmersiva	Tecnologías inmersivas	Nuevo enfoque cualitativo para estudiar las tecnologías inmersivas	Investigación sobre la experiencia de servicio
Kraus et al., (2022)	Previsión Tecnológica y Cambio Social	26	STM y análisis bibliométrico	Estructura tópica de la TFSC	Estructura tópica de la TFSC	Previsión tecnológica
Kraus et al., (2023)	Revista Internacional de Investigación Y Comportamiento Empresarial	107	Análisis de casos prácticos	Facebook/Meta	Transformación del modelo de negocio	Innovación del modelo de negocio
Murray et al., (2023)	Horizontes Empresariales	21	Definiciones e implicaciones	Fichas fungibles, NFT, DAO y metaversos	Internet descentralizado y aplicaciones Web3	Preparación para Web3
AUTOR	REVISTA	CITAS	METODOLOGÍA	DATOS	PRINCIPALES CONTRIBUCIONES	USOS
Panucar et al., (2023)	Previsión Tecnológica y Cambio Social	86		Modelo de evaluación mediante RAA y OPA	Trece subcriterios agrupados en cuatro aspectos principales	Modelo de evaluación del transporte sostenible
Queiroz et al., (2023)	Revista Internacional de Gestión de Operaciones Y Producción	30		Ventajas y retos	Panel con 150 expertos	Gestión de operaciones y de la cadena de suministro
Rauschnabel et al., (2022)	Revista de Investigación Empresarial	111		Definición y desarrollo del marco	127 directivos	Estrategia de marketing AR
Ratten, (2023)	Revista Internacional de Educación en Gestión	22		Revisión bibliográfica	COVID-19 educación para la gestión	Cambios en la formación de directivos
Sestino y D'angelo, (2023)	Previsión Tecnológica y Cambio Social	13		Estudio experimental	689 participantes	Efecto de las interacciones de tipo humano en la asistencia sanitaria
Tan et al., (2022)	Previsión Tecnológica y Cambio Social	40		Análisis de datos de campo	Datos de campo a gran escala	Valores de consumo ecológico de los consumidores
Tlili et al., (2023)	Revista del Sector Servicios	20		Revisión sistemática de la literatura	Varios sectores	Adopción en las industrias
Vidal-Tomás, (2022)	Revista Internacional de Análisis Financiero	35		Revisión y evaluación empírica	Web3 metaverso tokens y transacciones NFT	Gobernanza económica y comercio metaverso
Vidal-Tomás, (2023)	Cartas de Investigación Financiera	78		Análisis de rendimiento y dinámica	174 fichas	Características del nicho de criptomonedas
Von-der-Au et al., (2023)	Psicología y Marketing	16		Estudios experimentales	Evaluaciones de los consumidores	Impacto del contexto en el marketing de RA
Yoo et al., (2022)	Revista de Comercio Minorista	44		Conceptualización y nuevo marco	Perspectiva del cliente, el minorista o la marca	Dimensiones metaversales y puntos de contacto con el cliente

Fuente: Elaboración propia (2024).

## 5. Discusión

La interpretación de los resultados obtenidos a partir del análisis de la literatura sobre la evolución del metaverso y su infraestructura subraya la importancia de varios avances tecnológicos recientes. Estos resultados no solo confirman las tendencias observadas en estudios previos, sino que también introducen nuevas perspectivas y desafíos para el futuro desarrollo del metaverso.

### 5.1. Implicaciones de los Hallazgos

**Infraestructura Digital:** El crecimiento significativo de las redes 5G y la adopción de la computación en la nube y el *edge computing* han sido fundamentales para soportar las aplicaciones de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR). Estos avances no solo mejoran la capacidad de transferencia de datos y reducen la latencia, sino que también proporcionan la flexibilidad y escalabilidad necesarias para las aplicaciones inmersivas. Estos hallazgos corroboran las teorías previas sobre la importancia de las infraestructuras digitales robustas para el desarrollo del metaverso.

**Tecnologías Inmersivas:** Las mejoras en la resolución de pantallas y la precisión de los algoritmos de seguimiento han permitido experiencias de AR y VR más realistas y envolventes. Estos avances tecnológicos no solo han impulsado el entretenimiento y la capacitación profesional, sino que también han encontrado aplicaciones en la educación y la industria. Estos resultados amplían el cuerpo de conocimiento existente, mostrando que las tecnologías inmersivas están evolucionando rápidamente y están siendo adoptadas en una variedad de sectores más amplia de lo que se había anticipado previamente.

**Energías Renovables:** La integración de fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, en la infraestructura del metaverso, ha demostrado ser una estrategia efectiva para reducir la huella de carbono. Estos hallazgos no solo son consistentes con estudios anteriores sobre la sostenibilidad de las infraestructuras digitales, sino que también destacan la importancia de avanzar en las tecnologías de almacenamiento de energía para satisfacer las crecientes demandas del metaverso. Este enfoque hacia la sostenibilidad es crucial para mitigar el impacto ambiental y mejorar la resiliencia energética de estas infraestructuras.

**Ciencia de Datos y Análisis:** La implementación de algoritmos de aprendizaje automático y la inteligencia artificial en el metaverso han permitido una personalización más efectiva y una optimización de los recursos energéticos. Estos resultados confirman la teoría de que la ciencia de datos puede transformar significativamente la forma en que se gestionan y utilizan los recursos en entornos virtuales, mejorando la eficiencia operativa y la experiencia del usuario.

### 5.2. Relevancia Práctica y Teórica

Los resultados de este estudio tienen implicaciones tanto prácticas como teóricas. En términos prácticos, destacan la necesidad de seguir invirtiendo en infraestructuras digitales y tecnologías inmersivas para soportar el crecimiento continuo del metaverso. Además, la integración de energías renovables es esencial para garantizar que este crecimiento sea sostenible. Desde una perspectiva teórica, los hallazgos amplían nuestra comprensión de cómo las tecnologías emergentes pueden ser utilizadas para crear experiencias digitales más inmersivas y eficientes. También subrayan la importancia de la interoperabilidad y la estandarización en el desarrollo de estas tecnologías.

## 6. Conclusiones

Este estudio ha sintetizado los avances más significativos en la evolución del metaverso, destacando la importancia de las infraestructuras digitales, las tecnologías inmersivas y la integración de energías renovables. Los hallazgos clave incluyen el crecimiento exponencial de las redes 5G y la computación en la nube, los avances en realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR), y la adopción de fuentes de energía renovable para mejorar la sostenibilidad del metaverso. Estos resultados no solo confirman tendencias observadas en investigaciones previas, sino que también introducen nuevas perspectivas y desafíos para el futuro desarrollo de este campo. Esta investigación dio respuesta a las preguntas de investigación propuesta de la siguiente manera:

1. **¿Cuáles son las tendencias recientes en el desarrollo del metaverso?** La investigación ha identificado un crecimiento significativo en la implementación de redes 5G y tecnologías de computación en la nube y *edge computing*, que son fundamentales para soportar las aplicaciones del metaverso. Estas tecnologías permiten experiencias inmersivas en tiempo real, mejorando la interactividad y la conectividad en el metaverso.
2. **¿Qué avances tecnológicos han sido más significativos en los últimos tres años?** Los avances más destacados incluyen mejoras en las tecnologías de AR y VR, que están revolucionando sectores como el entretenimiento, la educación y la formación profesional. Además, la integración de energías renovables en la infraestructura del metaverso ha sido crucial para reducir la huella de carbono y promover la sostenibilidad.
3. **¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta el desarrollo del metaverso?** Entre los principales desafíos se encuentran la necesidad de estandarización de tecnologías y plataformas para asegurar la interoperabilidad, y las preocupaciones sobre la privacidad y seguridad de los datos. La protección de la información personal es esencial para mantener la confianza de los usuarios y garantizar un entorno seguro.

Se alcanzó el objetivo principal, se hizo una revisión exhaustiva de la literatura y los estudios recientes, consolidando los avances tecnológicos y las tendencias emergentes en el metaverso. De la misma manera de alcanzaron los objetivos específicos planteados:

- i. **Analizar las tendencias y avances en infraestructuras digitales.**  
El estudio ha documentado cómo el crecimiento de las redes 5G y la computación en la nube ha facilitado el desarrollo del metaverso, permitiendo experiencias más rápidas y conectadas.
- ii. **Evaluar el impacto de las tecnologías inmersivas en el desarrollo del metaverso.**  
Se ha demostrado que las tecnologías de AR y VR están no solo transformando el entretenimiento, sino también la educación y la formación profesional, proporcionando nuevas oportunidades para el aprendizaje y el trabajo remoto.
- iii. **Identificar los desafíos y oportunidades en la integración de energías renovables en el metaverso.**  
La investigación ha subrayado la importancia de la adopción de energías renovables y tecnologías de almacenamiento de energía para garantizar la sostenibilidad del metaverso a largo plazo.

Los resultados de este estudio aportan significativamente al cuerpo de conocimiento existente de varias maneras. En primer lugar, se ha demostrado la crucial importancia de las redes 5G y la computación en la nube y *edge computing* en el soporte de aplicaciones del metaverso. Estos avances facilitan experiencias inmersivas en tiempo real, ampliando las aplicaciones del metaverso en diversos sectores. En segundo lugar, las mejoras en AR y VR no solo están revolucionando el entretenimiento, sino también la educación y la formación profesional,

abriendo nuevas oportunidades para el aprendizaje y el trabajo remoto. En tercer lugar, la integración de energías renovables en las infraestructuras del metaverso es una estrategia esencial para reducir la huella de carbono, subrayando la necesidad de continuar avanzando en tecnologías de almacenamiento de energía para satisfacer las demandas futuras. Finalmente, la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático y la inteligencia artificial en el metaverso está optimizando los recursos y personalizando las experiencias de usuario, demostrando el poder transformador de la ciencia de datos en este ámbito.

Basado en los hallazgos del estudio, se proponen varias recomendaciones para la práctica y la política. Es crucial continuar invirtiendo en el desarrollo y la expansión de infraestructuras digitales, incluyendo redes 5G y tecnologías de computación en la nube y *edge computing*, para soportar el crecimiento del metaverso. Además, los desarrolladores y planificadores de infraestructuras deben priorizar la integración de fuentes de energía renovable y tecnologías de almacenamiento de energía para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del metaverso. También es necesario desarrollar y adoptar estándares unificados para tecnologías y plataformas en el metaverso para mejorar la interoperabilidad y la experiencia del usuario. Las políticas y regulaciones deben enfocarse en proteger la privacidad y la seguridad de los datos de los usuarios, asegurando que las innovaciones tecnológicas no comprometan los derechos de los individuos.

Para seguir avanzando en el conocimiento y desarrollo del metaverso, se sugieren varias áreas para futuras investigaciones. Realizar estudios longitudinales que sigan la evolución de las tecnologías y aplicaciones del metaverso proporcionará datos sobre tendencias y cambios continuos. Incluir estudios en múltiples idiomas y contextos culturales obtendrá una visión más global y diversa del desarrollo del metaverso. Además, investigar innovaciones emergentes reportadas en literatura gris o no revisada por pares capturará prácticas industriales y desarrollos recientes que aún no han sido formalmente documentados. Es fundamental explorar el impacto social y económico del metaverso en diferentes comunidades y sectores, evaluando tanto los beneficios como los posibles riesgos y desventajas. Finalmente, examinar las barreras y oportunidades para la estandarización de tecnologías y plataformas desarrollará soluciones que faciliten una mayor interoperabilidad y mejoren la experiencia del usuario.

## **7. Limitaciones y futuras líneas de investigación**

### **7.1. Limitaciones del Estudio**

A pesar de los hallazgos significativos, este estudio presenta varias limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, la revisión se centró únicamente en artículos publicados entre 01 de enero de 2022 al 30 de junio de 2024, lo que puede excluir investigaciones relevantes anteriores que ofrecerían una perspectiva histórica más amplia. Además, la inclusión exclusiva de estudios en inglés puede sesgar los resultados hacia investigaciones de países anglófonos, excluyendo potencialmente valiosas contribuciones de otros contextos lingüísticos y culturales.

Otra limitación es la dependencia de estudios revisados por pares. Aunque esto garantiza un cierto nivel de calidad, puede omitir innovaciones emergentes reportadas en literatura gris o no revisada por pares. Finalmente, la disponibilidad y acceso a ciertos artículos pueden haber estado limitados por restricciones de suscripción a bases de datos específicas, lo que podría haber afectado la exhaustividad de la revisión.

## 7.2. Áreas para Futuras Investigaciones

Para superar estas limitaciones y explorar nuevas preguntas surgidas del estudio actual, se sugieren varias áreas para futuras investigaciones:

- **Ampliación del Período de Estudio:** Incluir estudios de periodos anteriores para proporcionar una perspectiva más completa sobre la evolución del metaverso y sus tecnologías asociadas.
- **Diversificación de Idiomas:** Incluir estudios en múltiples idiomas para capturar una visión más global y diversa del desarrollo del metaverso.
- **Investigación de Literatura Gris:** Incorporar literatura gris y estudios no revisados por pares para captar innovaciones emergentes y prácticas industriales que aún no han sido formalmente documentadas en la literatura académica.
- **Estudios Longitudinales:** Realizar estudios longitudinales que sigan el desarrollo del metaverso y sus tecnologías en el tiempo, proporcionando datos sobre tendencias y cambios a largo plazo.
- **Evaluación de Impacto:** Investigar más a fondo el impacto de la integración de energías renovables y las tecnologías de almacenamiento de energía en la sostenibilidad del metaverso.
- **Interoperabilidad y Estandarización:** Explorar las barreras y oportunidades para la estandarización de tecnologías y plataformas en el metaverso, con el objetivo de mejorar la interoperabilidad y la experiencia del usuario.

## 8. Referencias

- Acheampong, R., Balan, T. C., Popovici, D. M. y Rekeraho, A. (2023). Embracing XR System Without Compromising on Security and Privacy. En *International Conference on Extended Reality* (pp. 104-120). Cham Springer Nature Switzerland.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-43401-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-031-43401-3_7)
- Autor, D., Dorn, D., Katz, L. F., Patterson, C. y van Reenen, J. (2017). The rise of superstar firms has been better for investors than for employees. *Harvard Business Review*.  
<https://doi.org/10.1093/qje/qjaa004>
- Barman, P., Dutta, L., Bordoloi, S., Kalita, A., Buragohain, P., Bharali, S. y Azzopardi, B. (2023). Renewable energy integration with electric vehicle technology: A review of the existing smart charging approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 183.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113518>
- Barrera, K. G. y Shah, D. (2023). Marketing in the Metaverse: Conceptual understanding, framework, and research agenda. *Journal of Business Research*, 155.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113420>
- Belk, R., Humayun, M. y Brouard, M. (2022). Money, possessions, and ownership in the Metaverse: NFTs, cryptocurrencies, Web3 and Wild Markets. *Journal of Business Research*, 153, 198-205. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.08.031>
- Buhalis, D., Leung, D. y Lin, M. (2023). Metaverse as a disruptive technology revolutionising tourism management and marketing. *Tourism Management*, 97.  
<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2023.104724>

- Buhalis, D., O'Connor, P. y Leung, R. (2023). Smart hospitality: from smart cities and smart tourism towards agile business ecosystems in networked destinations. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 35(1), 369-393. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-04-2022-0497>
- Buhalis, D., Lin, M. S. y Leung, D. (2022). Metaverse as a driver for customer experience and value co-creation: implications for hospitality and tourism management and marketing. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 35(2), 701-716. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-05-2022-0631>
- Chen, C. P. y Zhang, C. Y. (2014). Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data. *Information sciences*, 275, 314-347. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.01.015>
- Chen, S., Chan, I. C. C., Xu, S., Law, R. y Zhang, M. (2023). Metaverse in tourism: drivers and hindrances from stakeholders' perspective. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 40(2), 169-184. <https://doi.org/10.1080/10548408.2023.2227872>
- Crémer, J., de Montjoye, Y.-A. y Schweitzer, H. (2019). *Competition policy for the digital era*. Report for the European Commission. <https://bit.ly/4bNjDmN>
- Dunn, B., Kamath, H. y Tarascon, J. M. (2011). Electrical energy storage for the grid: a battery of choices. *Science*, 334(6058), 928-935. <https://doi.org/10.1126/science.1212741>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Wang, Y., Alalwan, A. A., Ahn, S. J., Balakrishnan, J., ... y Wirtz, J. (2023). Metaverse marketing: How the metaverse will shape the future of consumer research and practice. *Psychology & Marketing*, 40(4), 750-776. <https://doi.org/10.1002/mar.21767>
- Fast, V., Schnurr, D. y Wohlfarth, M. (2023). Regulation of data-driven market power in the digital economy: Business value creation and competitive advantages from big data. *Journal of Information Technology*, 38(2), 202-229. <https://doi.org/10.1177/02683962221114394>
- Furman, J., Coyle, D., Fletcher, A., McAuley, D. y Marsden, P. (2019). Unlocking digital competition: Report of the digital competition expert panel. *UK government publication, HM Treasury*, 27. [https://Unlocking digital\\_web.pdf](https://Unlocking digital_web.pdf) .
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M. D., Wagner, N. y Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy strategy reviews*, 24, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>
- Alsop, T. (2021). Metaverse potential market opportunity worldwide 2021, by scenario. *Statista*. <https://bit.ly/4f7D6S6>
- Hadi, R., Melumad, S. y Park, E. S. (2024). The Metaverse: A new digital frontier for consumer behavior. *Journal of Consumer Psychology*, 34(1), 142-166. <https://doi.org/10.1002/jcpy.1358>
- Huang, X., Zou, D., Cheng, G. y Xie, H. (2021). A systematic review of AR and VR enhanced language learning. *Sustainability*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/su13094639>

- IDC. (2020). Investment in augmented and virtual reality (AR/VR) technology worldwide in 2024, by use case (in billion U.S. dollars). *Statista*. <https://bit.ly/4d88ePz>
- Jordan, M. I. y Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>
- Kaur, K., Kumar, S. y Baliyan, A. (2020). 5G: a new era of wireless communication. *International Journal of Information Technology*, 12(2), 619-624. <http://dx.doi.org/10.1007/s41870-018-0197-x>
- Kraus, S., Kanbach, D. K., Krysta, P. M., Steinhoff, M. M. y Tomini, N. (2022). Facebook and the creation of the metaverse: radical business model innovation or incremental transformation? *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 28(9), 52-77. <https://doi.org/10.1108/IJEER-12-2021-0984>
- Kraus, S., Kumar, S., Lim, W. M., Kaur, J., Sharma, A. y Schiavone, F. (2023). From moon landing to metaverse: Tracing the evolution of Technological Forecasting and Social Change. *Technological Forecasting and Social Change*, 189. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122381>
- Kozinets, R. V. (2022). Immersive netnography: a novel method for service experience research in virtual reality, augmented reality and metaverse contexts. *Journal of Service Management*, 34(1), 100-125. <https://doi.org/10.1108/JOSM-12-2021-0481>
- Meta Platforms. (2024). Annual revenue and net income generated by Meta Platforms from 2007 to 2023 (in million U.S. dollars). *Statista*. <https://bit.ly/4f9djZE>
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. y Kishino, F. (1994). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Murray, A., Kim, D. y Combs, J. (2023). The promise of a decentralized internet: What is Web3 and how can firms prepare? *Business Horizons*, 66(2), 191-202. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2022.06.002>
- Pamucar, D., Deveci, M., Gokasar, I., Tavana, M. y Köppen, M. (2022). A metaverse assessment model for sustainable transportation using ordinal priority approach and Aczel-Alsina norms. *Technological Forecasting and Social Change*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121778>
- Di Pietro, R. y Cresci, S. (2021). Metaverse: Security and privacy issues. En *2021 third IEEE international conference on trust, privacy and security in intelligent systems and applications (TPS-ISA)* (pp. 281-288). IEEE. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.07590>
- Queiroz, M. M., Wamba, S. F., Pereira, S. C. F. y Jabbour, C. J. C. (2023). The metaverse as a breakthrough for operations and supply chain management: Implications and call for action. *International Journal of Operations & Production Management*, 43(10), 1539-1553. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2023-0006>
- Rauschnabel, P. A., Babin, B. J., Tom Dieck, M. C., Krey, N. y Jung, T. (2022). What is augmented reality marketing? Its definition, complexity, and future. *Journal of business research*, 142, 1140-1150. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.12.084>

- Ratten, V. (2023). The post COVID-19 pandemic era: Changes in teaching and learning methods for management educators. *The International Journal of Management Education*, 21(2). <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100777>
- Roesner, F., Kohno, T. y Molnar, D. (2014). Security and privacy for augmented reality systems. *Communications of the ACM*, 57(4), 88-96. <https://doi.org/10.1145/2580723.2580730>
- Rubino, L., Capasso, C. y Veneri, O. (2017). Review on plug-in electric vehicle charging architectures integrated with distributed energy sources for sustainable mobility. *Applied Energy*, 207, 438-464. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.06.097>
- Scott Morton F., Bouvier P., Ezrachi A., Jullien B., Katz R., Kimmelman G., Melamed D., Morgenstern J. (2019). Committee for the study of digital platforms: market structure and antitrust subcommittee. Report. Stigler Center for the Study of the Economy and the State. University of Chicago Booth School of Business.
- Sestino, A. y D'Angelo, A. (2023). My doctor is an avatar! The effect of anthropomorphism and emotional receptivity on individuals' intention to use digital-based healthcare services. *Technological Forecasting and Social Change*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122505>
- Shamim, S., Zeng, J., Khan, Z. y Zia, N. U. (2020). Big data analytics capability and decision making performance in emerging market firms: The role of contractual and relational governance mechanisms. *Technological Forecasting and Social Change*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120315>
- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y. y Xu, L. (2016). Edge computing: Vision and challenges. *IEEE internet of things journal*, 3(5), 637-646. <https://doi.org/10.1109/IIOT.2016.2579198>
- Syed, T. A., Siddiqui, M. S., Abdullah, H. B., Jan, S., Namoun, A., Alzahrani, A., ... y Alkhodre, A. B. (2022). In-depth review of augmented reality: Tracking technologies, development tools, AR displays, collaborative AR, and security concerns. *Sensors*, 23(1). <https://doi.org/10.3390/s23010146>
- Tan, T. M., Makkonen, H., Kaur, P. y Salo, J. (2022). How do ethical consumers utilize sharing economy platforms as part of their sustainable resale behaviour? The role of consumers' green consumption values. *Technological Forecasting and Social Change*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121432>
- Tlili, A., Huang, R. y Kinshuk, X. (2023). Metaverse for climbing the ladder toward 'Industry 5.0' and 'Society 5.0'? *The Service Industries Journal*, 43(3-4), 260-287. <https://doi.org/10.1080/02642069.2023.2178644>
- Vidal-Tomás, D. (2022). The new crypto niche: NFTs, play-to-earn, and metaverse tokens. *Finance research letters*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102742>
- Vidal-Tomás, D. (2023). The illusion of the metaverse and meta-economy. *International Review of Financial Analysis*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102560>
- Von der Au, S., Rauschnabel, P. A., Felix, R. y Hinsch, C. (2023). Context in augmented reality marketing: Does the place of use matter? *Psychology & Marketing*, 40(11), 2447-2463.

Wang, X., Zhang, Q. y Hou, J. X. (2022). Research on the impact of R&D investment and government grants on enterprise innovation performance. *Stat. Inf. Forum*, 37, 108-116.

Xiong, J., Hsiang, E. L., He, Z., Zhan, T. y Wu, S. T. (2021). Augmented reality and virtual reality displays: emerging technologies and future perspectives. *Light: Science & Applications*, 10(1), 1-30. <https://doi.org/10.1038/s41377-021-00658-8>

Yoo, K., Welden, R., Hewett, K. y Haenlein, M. (2023). The merchants of meta: A research agenda to understand the future of retailing in the metaverse. *Journal of Retailing*, 99(2), 173-192. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2023.02.002>

Zerón, A. (2023). Inteligencia artificial y charlas robotizadas por ChatGPT. *Revista ADM Órgano Oficial de la Asociación Dental Mexicana*, 80(2), 66-69. <https://dx.doi.org/10.35366/110644>

## CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

**Conceptualización:** Delso Vicente, Alberto; Almonacid-Durán, Margarita; García De Blanes Sebastián, María. **Análisis formal:** Delso Vicente, Alberto; Almonacid-Durán, Margarita; García De Blanes Sebastián, María. **Redacción-Preparación del borrador original:** Delso Vicente, Alberto; Almonacid-Durán, Margarita; García De Blanes Sebastián, María. **Redacción-Revisión y Edición:** Delso Vicente, Alberto; Almonacid-Durán, Margarita; García De Blanes Sebastián, María. **Supervisión:** Delso Vicente, Alberto; Almonacid-Durán, Margarita; García De Blanes Sebastián, María. **Nombres Administración de proyectos:** Delso Vicente, Alberto; Almonacid-Durán, Margarita; García De Blanes Sebastián, María. **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Delso Vicente, Alberto; Almonacid-Durán, Margarita; García De Blanes Sebastián, María.

**Financiación:** Esta investigación no financiamiento externo.

**Conflicto de intereses:** no hay conflicto de interés.

**AUTORES:****Alberto Delso Vicente:**

Universidad Rey Juan Carlos.

Experiencia en gestión de operaciones con enfoque en la optimización de recursos y la eficiencia operativa. Habilidades analíticas, de gestión y comunicación, así como experiencia en gestión de proyectos, liderando proyectos exitosos internacionales y cumpliendo con regulaciones industriales. Comprometido con la innovación. Estudiante de Doctorado, con un MBA en Business Administration, además de un Grado en Ingeniería Química. Ha trabajado como Ingeniero Logístico y Mantenimiento de cisternas en empresas internacionales. La experiencia académica se complementa con el rol de profesor y coordinador en la Universidad Rey Juan Carlos, donde se han desarrollado habilidades en gestión educativa y liderazgo. Destaca en áreas como análisis de datos, CRM, ERP, y marketing digital. Además, cuenta con competencias avanzadas en idiomas: Inglés, Italiano y alemán.

[alberto.delso@urjc.es](mailto:alberto.delso@urjc.es)

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0000-6410-1132>

**Margarita Almonacid-Duran:**

Universidad Rey Juan Carlos.

Doctora en Economía de la Empresa y Finanzas por la Universidad Rey Juan Carlos. Con más de 33 años de experiencia profesional, los primeros 17 en Planificación, Organización y Métodos, Recursos Humanos, Recursos Físicos y Materiales, Desarrollo Comunitario, Calidad y Salud Ocupacional. Acumula más de 4.000 horas de experiencia en docencia e investigación. Experiencia administrativa y docente en el Centro Universitario de Estudios Sociales Aplicados (CUESA) como profesora del curso Microsoft Word Specialist para docentes, estudiantes, y examinadora de la prueba Microsoft Office Specialist (MOS). Ha participado en numerosos proyectos de investigación, es miembro del grupo de investigación reconocido MARPRISO y del grupo de innovación docente consolidado GIDISINT. Ha participado en la publicación de números libros y capítulos de libros, así como en artículos de investigación.

[margarita.almonacid@urjc.es](mailto:margarita.almonacid@urjc.es)

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4299-6921>

**María García de Blanes Sebastián:**

Universidad Rey Juan Carlos.

Doctora en Ciencias Sociales y Jurídicas por la Universidad Rey Juan Carlos. Experiencia profesional avalada de más de veinte años de trabajo en las áreas de marketing, ventas, operaciones y *business intelligent* de diferentes sectores y empresas (Orange, Zed Worldwide, Telvent entre otros). Realizando funciones de elaboración de planes de marketing, estudios de mercado, planes comerciales y retributivo del punto de venta, definición campañas, lanzamientos de productos, *desarrollo* de soluciones de marketing (promociones, publicidad, *e-commerce*, *business intelligence*, chatbots, entre otros). Profesora en la Universidad Rey Juan Carlos impartiendo asignaturas como e-commerce; gestión del cliente digital y Lean Management, entre otras. Tutorizando trabajado de Fin de Grado (TFGs) en social media, Publicidad display, SEO, SEM.

[maria.garciadeblanes@urjc.es](mailto:maria.garciadeblanes@urjc.es)

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-9169-3337>