

EL FUTURO INMERSIVO: UNA GUÍA AL METAVERSO

Espinoza Mina, Marcos Antonio
Colina Vargas, Alejandra Mercedes



El futuro inmersivo: Una guía al Metaverso

Autor/es:

Espinoza-Mina, Marcos Antonio

Universidad Tecnológica ECOTEC

Colina-Vargas, Alejandra Mercedes

Universidad Tecnológica ECOTEC

Espinoza-Mina, M.A.
Colina-Vargas, A.M.

El futuro inmersivo: Una guía al Metaverso

Editorial Grupo AEA, Ecuador, 2025
ISBN: 978-9942-651-88-4
Formato: 210 cm X 270 cm

110 págs.



Publicado por Editorial Grupo AEA

Ecuador, Santo Domingo, Vía Quinindé, Urb. Portón del Río.

Contacto: +593 983652447; +593 985244607

Email: info@editorialgrupo-aea.com

<https://www.editorialgrupo-aea.com/>

Director General:	<i>Prof. César Casanova Villalba.</i>
Editor en Jefe:	<i>Prof. Giovanni Herrera Enríquez</i>
Editora Académica:	<i>Prof. Maybelline Jaqueline Herrera Sánchez</i>
Supervisor de Producción:	<i>Prof. José Luis Vera</i>
Diseño:	<i>Tnlgo. Oscar J. Ramírez P.</i>
Consejo Editorial	<i>Editorial Grupo AEA</i>

Primera Edición, 2025

D.R. © 2025 por Autores y Editorial Grupo AEA Ecuador.

Cámara Ecuatoriana del Libro con registro editorial No 708

Disponible para su descarga gratuita en <https://www.editorialgrupo-aea.com/>

Los contenidos de este libro pueden ser descargados, reproducidos difundidos e impresos con fines de estudio, investigación y docencia o para su utilización en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca adecuadamente a los autores como fuente y titulares de los derechos de propiedad intelectual, sin que ello implique en modo alguno que aprueban las opiniones, productos o servicios resultantes. En el caso de contenidos que indiquen expresamente que proceden de terceros, deberán dirigirse a la fuente original indicada para gestionar los permisos.

Título del libro:

El futuro inmersivo: Una guía al Metaverso

© Espinoza Mina, Marcos Antonio & Colina Vargas, Alejandra Mercedes

© Septiembre, 2025

Libro Digital, Primera Edición, 2025

Editado, Diseñado, Diagramado y Publicado por Comité Editorial del Grupo AEA, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, 2025

ISBN: 978-9942-651-88-4



<https://doi.org/10.55813/egaea.l.134>

Como citar (APA 7ma Edición):

Espinoza-Mina, M.A., & Colina-Vargas, A.M. (2025). *El futuro inmersivo: Una guía al Metaverso*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.134>

Cada uno de los textos de Editorial Grupo AEA han sido sometido a un proceso de evaluación por pares doble ciego externos (double-blindpaperreview) con base en la normativa del editorial.

Revisores:



Ing. García Peña Víctor René,
PhD.

Universidad Laica Eloy Alfaro de
Manabí – Ecuador



Ing. Ramos Secaira Francisco
Marcelo

Pontificia Universidad Católica del
Ecuador; Instituto Tecnológico
Superior Los Andes; Idrix
Technology S.A – Ecuador



Los libros publicados por “**Editorial Grupo AEA**” cuentan con varias indexaciones y repositorios internacionales lo que respalda la calidad de las obras. Lo puede revisar en los siguientes apartados:



Editorial Grupo AEA

 <http://www.editorialgrupo-aea.com>

 Editorial Grupo AeA

 editorialgrupoea

 Editorial Grupo AEA

Aviso Legal:

La información presentada, así como el contenido, fotografías, gráficos, cuadros, tablas y referencias de este manuscrito es de exclusiva responsabilidad del/los autor/es y no necesariamente reflejan el pensamiento de la Editorial Grupo AEA.

Derechos de autor ©

Este documento se publica bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).



El “copyright” y todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial sobre el contenido de esta edición son propiedad de la Editorial Grupo AEA y sus Autores. Se prohíbe rigurosamente, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total y/o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma de ninguna forma o por cualquier medio, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright, salvo cuando se realice confines académicos o científicos y estrictamente no comerciales y gratuitos, debiendo citar en todo caso a la editorial. Las opiniones expresadas en los capítulos son responsabilidad de los autores.

RESEÑA DE AUTORES



Espinoza Mina Marcos Antonio



Universidad Tecnológica ECOTEC



mespinoza@ecotec.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-1530-7243>



Ingeniero en Sistemas Computacionales, Magister en Negocios Internacionales y Comercio Exterior, Magister en Sistemas de Información, Magister en Estadística Aplicada y Doctor en Administración de Empresas. Miembro de la Red de Investigación, de Conocimiento Hardware y Software Libre. Investigador Agregado 2, Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. Perito del Consejo de la Judicatura en la especialidad de Ingeniería Informática o de Sistemas. Profesional multidisciplinario, con sólida formación en investigación, docencia, y liderazgo de proyectos, tanto en los ámbitos académicos como empresariales. Posee habilidades que abarcan la gestión de proyectos, las tecnologías de la información, la gestión empresarial y el análisis de datos. Ímpetu por el aprendizaje continuo y la adaptabilidad, le ha permitido destacar en diversos roles, y aplicar la experiencia para abordar desafíos, fomentando el crecimiento, tanto de los estudiantes como de las organizaciones donde ha colaborado.



Colina Vargas Alejandra Mercedes



Universidad Tecnológica ECOTEC



acolina@ecotec.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-1514-8852>



Ingeniera de Sistemas, Magister en Gerencia de Tecnologías de Información y Comunicación, Magister en Sistemas de Información Mención en Inteligencia de Negocios y Analítica de Datos Masivos y Doctora en Educación. Miembro de la Red de Investigación, de Conocimiento Hardware y Software Libre. Investigador Agregado 1, Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. Perito del Consejo de la Judicatura en la especialidad de Ingeniería Informática o de Sistemas. Profesional con más de 20 años de experiencia, investigadora de alto nivel con habilidades y competencias para el diseño y gestión de proyectos de apropiación, desarrollo y aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicación, hardware y software libre, y otras tecnologías de vanguardia, que contribuyan a los procesos de transformación social y educativa del país. Destacada en la elaboración de propuestas de analítica de datos soportadas con software específicos aplicados a instituciones de administración pública y privada.

Índice

Reseña de Autores.....	ix
Índice.....	x
Índice de Tablas.....	xii
Índice de Figuras.....	xiii
Introducción.....	xv
Capítulo I: El metaverso: Más allá de la realidad física.....	1
1.1. Realidades extendidas y metaverso: Conceptos y definiciones.....	3
1.2. Pilares tecnológicos y arquitectura del metaverso.....	9
1.3. Evolución histórica y contexto cultural del metaverso.....	15
1.4. Aplicaciones, usos y aspectos económicos del metaverso.....	19
1.5. Desafíos, gobernanza y autenticidad en el metaverso.....	26
Capítulo II: Motores de la inmersión: Tecnologías digitales.....	33
2.1. El Metaverso: Una iteración inmersiva de internet.....	35
2.2. Hardware esencial: Visores RV/RA y periféricos.....	36
2.3. Software y plataformas: motores gráficos y entornos virtuales.....	39
2.4. IA: Mundos vivos y personajes inteligentes.....	42
2.5. Blockchain y Web3: Propiedad digital y nuevas economías.....	45
2.6. Conectividad avanzada: 5G/6G y Nube.....	47
Capítulo III: El “Yo” Digital: Avatares e Identidad.....	51
3.1. El Avatar: Representación y agente digital.....	53
3.2. Identidad Digital: De predeterminados a personalización.....	55
3.3. Interacción social por Avatares: Comunicación y comunidad.....	57
3.4. Gestión de identidad: Privacidad y pasaporte digital.....	58
Capítulo IV: Experiencias memorables.....	63
4.1. UX para el Metaverso: Confort, intuitividad y jerarquía.....	65
4.2. UI Espacial: Menús, controles y feedback en 3D.....	67

4.3.	World-Building Esencial	69
4.3.1.	Narrativa ambiental: Cómo el entorno cuenta una historia.....	70
4.3.2.	Atmósfera y estética: Coherencia visual y emocional del mundo	71
4.3.3.	Diseño de niveles: Flujo y orientación	72
4.4.	Sonido inmersivo: Audio espacial y música.....	74
4.5.	Diseñando para todos: Accesibilidad e inclusión.....	75
Capítulo V: Herramientas del Cartógrafo Digital: Software y plataformas		79
5.1.	Motores de juego: Lienzos digitales avanzados	81
5.2.	Plataformas de metaverso con herramientas "Creator-Friendly".....	82
5.3.	Nociones de assets 3D	86
5.4.	El flujo de trabajo del creador: De la idea al prototipo y la iteración ...	88
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.....		91
6.1.	Conclusiones	93
6.2.	Recomendaciones	96
Referencias Bibliográficas.....		101

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Pilares tecnológicos y arquitectura del Metaverso.....</i>	14
Tabla 2	<i>Aplicaciones, usos y aspectos económicos del Metaverso</i>	25
Tabla 3	<i>Hardware esencial y periféricos para la interacción en el Metaverso..</i>	38
Tabla 4	<i>La IA en el Metaverso</i>	44
Tabla 5	<i>Gestión de la identidad digital en el Metaverso</i>	62
Tabla 6	<i>Plataformas de Metaverso con herramientas "Creator-Friendly".....</i>	85

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Características esenciales de los entornos virtuales</i>	4
Figura 2 <i>Realidad Extendida (XR) y sus componentes</i>	5
Figura 3 <i>Representación simbólica del Metaverso</i>	7
Figura 4 <i>El Metaverso: Conceptos fundamentales</i>	9
Figura 5 <i>Evolución histórica y contexto cultural del Metaverso</i>	19
Figura 6 <i>Conectividad avanzada para el Metaverso</i>	49
Figura 7 <i>El avatar como identidad digital en el Metaverso</i>	55
Figura 8 <i>Diseño y construcción de mundos en el Metaverso</i>	74
Figura 9 <i>Flujo de trabajo del creador en el Metaverso</i>	90

Introducción

El metaverso, inicialmente concebido en el ámbito de la literatura de ciencia ficción, notablemente por Stephenson (1992), ha evolucionado hasta convertirse en un campo de creciente interés académico, tecnológico y social (Kumar et al., 2024; Yıldırım & Keçeci, 2024). En términos generales, se entiende como una red expansiva de mundos virtuales tridimensionales, interconectados y persistentes, en los que los usuarios interactúan de manera sincrónica mediante avatares. Este entorno digital combina tecnologías de realidad virtual inmersiva, plataformas multijugador en línea y realidad aumentada (RA), configurándose como una posible evolución tridimensional de internet (M. Cruz & Oliveira, 2024).

El propósito de este libro es explorar de manera sistemática y crítica el fenómeno del metaverso, abordando sus fundamentos tecnológicos, arquitectónicos, culturales y éticos. A través de un enfoque interdisciplinar, se analizan tanto sus posibilidades transformadoras como los desafíos inherentes a su desarrollo. Lejos de tratarse de una tecnología aislada, el metaverso plantea una nueva dimensión de la experiencia digital, con implicaciones directas en sectores como el entretenimiento, la educación, la salud, el comercio, la planificación urbana y la organización del trabajo (Crespo-Pereira et al., 2023; Rall et al., 2024).

El potencial del metaverso reside en su capacidad para habilitar nuevas formas de aprendizaje, participación social, expresión personal y colaboración a distancia (Jagatheesaperumal et al., 2024; Samarngoon et al., 2023). Al mismo tiempo, su expansión ha generado una dinámica competitiva entre naciones, empresas tecnológicas y comunidades académicas, que buscan posicionarse estratégicamente en este nuevo escenario digital (Crespo-Pereira et al., 2023).

No obstante, el avance del metaverso conlleva desafíos técnicos, sociales y normativos que deben ser abordados de forma integral. La autenticidad del contenido, la protección de la privacidad, la prevención del acoso, la minimización de riesgos como la adicción digital y la desinformación, así como la necesidad de marcos éticos y regulatorios robustos, constituyen elementos críticos para su consolidación (Rall et al., 2024). Paralelamente, los esfuerzos actuales se centran en mejorar los niveles de inmersión, interactividad y accesibilidad, garantizando que el metaverso evolucione hacia un entorno coherente, funcional y socialmente beneficioso (Adams, 2024).

En este contexto, "El futuro inmersivo: Una guía al Metaverso" propone una mirada analítica y orientadora sobre este fenómeno emergente, combinando fundamentos conceptuales, casos de aplicación y perspectivas críticas, con el objetivo de contribuir a su comprensión desde una visión científica, reflexiva y orientada al futuro.

CAPITULO

01

**EL METAVERSO: MÁS
ALLÁ DE LA REALIDAD
FÍSICA**



El metaverso: Más allá de la realidad física

1.1. Realidades extendidas y metaverso: Conceptos y definiciones

Los entornos virtuales son espacios digitales generados por computadora y accesibles en línea, que permiten la interacción en tiempo real entre personas ubicadas en diferentes lugares geográficos, ya sea con fines laborales, educativos o recreativos. Estos entornos representan un componente esencial del ecosistema digital contemporáneo, al facilitar formas de comunicación e interacción que trascienden las barreras físicas convencionales. La literatura en el campo de los sistemas de información ha abordado ampliamente el estudio de estos mundos virtuales, destacando su impacto en la forma en que los individuos y las organizaciones se relacionan en entornos digitales (Singla et al., 2023).

Más allá de su composición técnica, los entornos virtuales son lugares donde las personas se congregan socialmente. En estos espacios, los usuarios pueden representarse mediante avatares y participar en diversas actividades sociales, económicas y culturales (M. Cruz & Oliveira, 2024). La capacidad de interactuar en tiempo real y la sensación de presencia en estos mundos digitales son elementos clave que definen su naturaleza social y su potencial para replicar o complementar interacciones del mundo físico.

La Figura 1 presenta un mapa mental que expone los aspectos esenciales de los Entornos Virtuales. La información se organiza en tres ramas principales: definición, que los describe como espacios digitales generados por computadora, accesibles en línea y diseñados para facilitar la interacción en tiempo real entre personas ubicadas en diferentes lugares; propósito o finalidad, que abarca tanto aplicaciones laborales como recreativas; y características clave, entre las que se destacan su integración en el ecosistema digital actual, la capacidad de superar barreras físicas, la representación de los usuarios mediante avatares, la interacción sincrónica y la sensación de presencia, además de su potencial para replicar o complementar experiencias del mundo físico.

Figura 1
Características esenciales de los entornos virtuales



Nota: Representación conceptual de los Entornos Virtuales (Autores, 2025).

La realidad virtual (RV) es un concepto amplio que abarca las simulaciones tridimensionales generadas por computadora, en las cuales el usuario puede interactuar de forma que percibe como real, ya sea directa o físicamente (Singla et al., 2023). La RV se distingue por su enfoque en la creación de experiencias inmersivas dentro de un entorno digital construido (Laine & Suk, 2024).

Una característica distintiva de la RV es la posibilidad de que los usuarios interactúen con el entorno simulado de una forma que evoca una sensación de presencia. Esto se logra a menudo mediante el uso de tecnologías específicas, como gafas de RV, que permiten a los usuarios visualizar y sumergirse en mundos tridimensionales (Yıldırım & Keçeci, 2024). La interacción en RV busca replicar o extender las formas en que se interactúa con el mundo real.

La Realidad Aumentada (RA), por su parte representa una tecnología que superpone información digital sobre el mundo físico del usuario (Singla et al., 2023). A diferencia de la RV, que sumerge al usuario completamente en un mundo virtual, la RA enriquece o "aumenta" la percepción de la realidad existente al añadirle capas de datos o elementos virtuales. Esta fusión de lo real y lo digital permite nuevas formas de interacción y visualización en el entorno cotidiano (Laine & Suk, 2024).

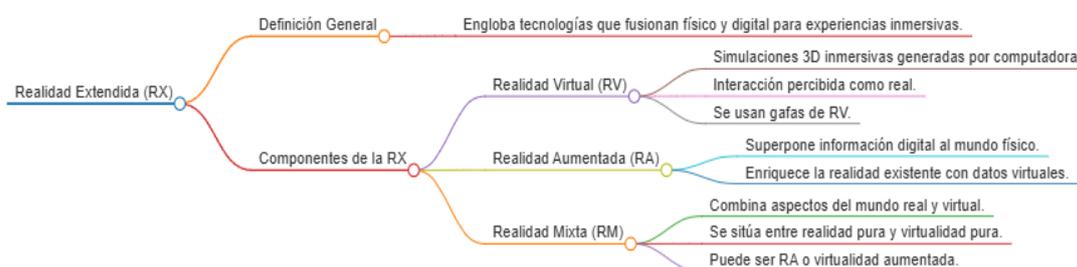
Mientras que, la Realidad Mixta (RM) implica la combinación de aspectos tanto del mundo real como de los mundos virtuales. Se sitúa en un continuo entre la realidad pura y la virtualidad pura, tal como lo describe la taxonomía de Milgram

y Kishino (Singla et al., 2023). Dependiendo de su proximidad al extremo real del continuo, la RM puede referirse a la RA o a la virtualidad aumentada.

Entre tanto, la realidad extendida (XR, por sus siglas en inglés) sirve como un término paraguas que engloba la RA, la RV y la RM (Bibri et al., 2022). Esta terminología refleja el espectro de tecnologías que fusionan los entornos físicos y digitales para crear experiencias inmersivas (Bhattacharya et al., 2023). La XR es fundamental para la visión del metaverso, ya que proporciona las bases tecnológicas para la interacción y la presencia en espacios híbridos y completamente virtuales (Bhattacharya et al., 2023).

La Figura 2 presenta una definición de la Realidad Extendida (XR) como un concepto que agrupa tecnologías orientadas a la integración de elementos físicos y digitales con el objetivo de generar experiencias inmersivas. El esquema desglosa sus tres componentes principales: la Realidad Virtual (RV), enfocada en la creación de entornos tridimensionales completamente simulados e inmersivos; la Realidad Aumentada (RA), que incorpora información digital sobre el entorno físico en tiempo real; y la Realidad Mixta (RM), que combina elementos del mundo real y virtual, ubicándose en un punto intermedio entre la realidad física y la virtualidad completamente generada.

Figura 2
Realidad Extendida (XR) y sus componentes



Nota: Mapa conceptual de la XR y sus tecnologías asociadas (Autores, 2025).

El metaverso es conceptualizado como una red expansiva y dimensional de mundos virtuales tridimensionales interconectados (M. Cruz & Oliveira, 2024). Estos mundos están diseñados para ser experimentados por los usuarios de manera sincrónica y persistente, lo que significa que existen y evolucionan independientemente de la presencia individual de un usuario.

Fundamentalmente, el metaverso aspira a integrar las realidades física y digital (Bhattacharya et al., 2023). Se le describe como un nuevo espacio de vida digital que combina tecnologías avanzadas como la RV, el blockchain y los gemelos digitales. Esta integración busca crear un universo donde el mundo real se mapea a una realidad paralela con la que las personas pueden interactuar (Mohamed & Faisal, 2024).

Aunque la visión a menudo describe “el metaverso” como un futuro internet unificado, la realidad actual presenta múltiples plataformas y entornos virtuales que se denominan “metaversos” (Yıldırım & Keçeci, 2024). Estas implementaciones existentes, como Second Life o Roblox, operan como mundos virtuales distintos, aunque la tendencia es hacia la interconexión y la interoperabilidad (Weinberger, 2022).

Es importante reconocer que, el metaverso es más una visión en evolución que un fenómeno completamente realizado (Weinberger, 2022). Existe una falta de consenso total sobre su definición precisa en la actualidad (M. Cruz & Oliveira, 2024). Sin embargo, hay una expectativa de que la comprensión y la conceptualización convergerán a medida que el metaverso continúe desarrollándose y materializándose.

La experiencia en el metaverso se caracteriza por ser sincrónica y persistente (M. Cruz & Oliveira, 2024). Esto significa que múltiples usuarios pueden interactuar en el mismo espacio virtual al mismo tiempo, y que el estado de ese espacio se mantiene continuamente (Weinberger, 2022). Esta naturaleza permite la continuidad de las experiencias y la construcción de un mundo digital que no desaparece al salir.

La promesa central del metaverso es la de unificar las esferas digital y física de manera fluida. Al permitir que los usuarios, los procesos y los entornos tengan representaciones y presencias en ambos mundos, el metaverso busca eliminar la dicotomía tradicional entre la realidad y el mundo virtual (L. Yang, 2024).

La definición del metaverso es un tema en evolución activa. A medida que la tecnología y las aplicaciones se desarrollan, la comprensión del concepto se refina, buscando capturar su naturaleza multifacética como una red de mundos virtuales persistentes, interconectados e inmersivos (M. Cruz & Oliveira, 2024).

El metaverso es concebido como un espacio/tiempo que trasciende o va más allá del universo físico. El prefijo griego “meta” sugiere algo más completo o que trasciende, mientras que “verse” se refiere a un universo. Esta etimología refleja la ambición del metaverso de crear un nuevo ámbito de existencia digital (Mohamed & Faisal, 2024).

La Figura 3 ofrece una representación simbólica del metaverso como un entorno digital inmersivo en el que convergen la realidad física y los espacios virtuales. En el centro de la imagen, una figura humana equipada con un visor de realidad virtual simboliza al usuario conectado, cuya experiencia se sitúa entre un mundo físico estilizado, representado por elementos como árboles y mobiliario, y una ciudad digital abstracta que alude a los entornos virtuales tridimensionales. La presencia de íconos como un globo con nodos, elementos de red, avatares y Tokens No Fungibles (NFT) destaca el carácter interconectado, descentralizado y social del metaverso. El uso de líneas, transparencias y una paleta de colores fríos refuerza la noción de un ecosistema en desarrollo, con un fuerte potencial de transformación en los planos tecnológico, económico y cultural.

Figura 3
Representación simbólica del Metaverso



Nota: Ilustración conceptual, generada por la IA que integra los elementos clave del metaverso: la inmersión virtual, la convergencia entre lo físico y lo digital, y las dinámicas sociales y tecnológicas de los entornos virtuales (Autores, 2025).

La idea del metaverso, tal como se presenta en la ciencia ficción, a menudo contiene elementos de utopía digital. Propone un espacio donde las limitaciones del mundo físico pueden superarse, ofreciendo acceso universal a la información, la educación y la interacción social (Yıldırım & Keçeci, 2024).

La visión a largo plazo del metaverso es la de un espacio digital masivo, interconectado y unificado, accesible para todos los usuarios a través de diferentes dispositivos y plataformas. Aunque las implementaciones actuales son fragmentadas, el objetivo es crear un universo digital persistente y coherente (Weinberger, 2022).

Las discusiones sobre el metaverso a menudo contrastan la visión o el “hype” con la realidad de su implementación actual. Aunque la visión de un universo digital plenamente realizado es atractiva, el desarrollo actual consiste en plataformas y tecnologías que aún no alcanzan completamente ese ideal (M. Cruz & Oliveira, 2024).

El metaverso se describe como un universo kurgusal derivado de “meta-universe”. Sin embargo, este universo kurgusal se hace accesible a través de tecnologías tangibles como dispositivos móviles, RA y RV, que permiten a los usuarios percibir mundos virtuales tridimensionales (Yıldırım & Keçeci, 2024).

Una forma de entender el metaverso es como un universo paralelo al mundo real. Este espacio digital permite a las personas realizar actividades similares a las de la vida física (trabajar, vivir, jugar) con amigos desde cualquier lugar. Aunque todavía está en una etapa conceptual con implementaciones limitadas, esta visión impulsa su desarrollo (Mohamed & Faisal, 2024).

Algunos teóricos describen las experiencias de los videojuegos, relevantes para el metaverso, como una “realidad a medias”. En este concepto, aunque se presenta un mundo ficticio, las reglas del juego o el diseño de la experiencia solo otorgan a los usuarios acceso a partes específicas de ese mundo y limitan sus acciones a un determinado nivel (Rall et al., 2024).

La relación entre el metaverso y los mundos virtuales 3D es fundamental; el metaverso es concebido como una red de estos mundos (M. Cruz & Oliveira, 2024). Los mundos virtuales 3D existentes son componentes o precursores del

metaverso, explorando aspectos de la interacción, la persistencia y la representación del usuario en un espacio tridimensional digital (Hanneke et al., 2025; Sheka, 2024).

La Figura 4 se estructura en torno a cuatro ejes fundamentales que permiten comprender el concepto y la evolución del metaverso. En primer lugar, se presenta su definición central, entendida como una red expansiva de mundos virtuales tridimensionales interconectados que constituyen un nuevo espacio de vida digital. En segundo lugar, se destacan sus características clave, entre las que se incluyen su naturaleza sincrónica, persistente y orientada a la integración entre lo digital y lo físico. En tercer lugar, se identifican las tecnologías habilitadoras que sustentan su desarrollo, tales como la realidad virtual (RV), la tecnología blockchain y los gemelos digitales. Finalmente, se aborda su estado actual y visión de futuro, reconociendo al metaverso como un concepto en evolución, compuesto por múltiples plataformas existentes, pero con una tendencia creciente hacia la interconexión y la interoperabilidad.

Figura 4
El Metaverso: Conceptos fundamentales



Nota: Mapa conceptual simplificado del Metaverso, sus características y estado (Autores, 2025).

1.2. Pilares tecnológicos y arquitectura del metaverso

Desde una perspectiva macro, la arquitectura del metaverso puede entenderse en capas, incluyendo la infraestructura, la interacción y el ecosistema. Otros modelos arquitectónicos abordan cómo se gestionan las cargas computacionales pesadas, como la física 3D y el renderizado gráfico,

proponiendo soluciones híbridas como la computación Fog-Edge para reducir la latencia (Bibri et al., 2022).

La ola actual de interés y desarrollo en el metaverso es impulsada por una notable convergencia de diversas tecnologías emergentes. Esta confluencia incluye avances en XR, inteligencia artificial (IA), blockchain, internet de las cosas (IoT) y redes de comunicación de próxima generación como 5G y 6G (Crespo-Pereira et al., 2023).

La XR, que abarca la RV, RA y RM, es fundamental para la experiencia inmersiva del metaverso. Estos avances tecnológicos permiten la creación de entornos tridimensionales y la integración de lo digital con lo físico, proporcionando las interfaces sensoriales necesarias para acceder e interactuar con el metaverso (Bhattacharya et al., 2023).

La IA juega un papel creciente en el metaverso, contribuyendo a la creación de entornos más realistas y atractivos. La IA puede potenciar agentes inteligentes, chatbots y asistentes virtuales que mejoran la experiencia y la interacción del usuario (Mohamed & Faisal, 2024). También se utiliza en aspectos técnicos como el procesamiento de lenguaje natural y la visión por computadora (Fadhel et al., 2024).

La tecnología Blockchain y los Tokens No Fungibles (NFTs) son cruciales para establecer economías digitales robustas y transparentes dentro del metaverso (Mohamed & Faisal, 2024). Proporcionan una infraestructura descentralizada para transacciones seguras, la verificación de la propiedad de activos digitales y la creación de incentivos económicos para la participación y la contribución de los usuarios (Weinberger, 2022).

El desarrollo del metaverso está estrechamente ligado a la evolución hacia la Web 3.0, que promueve la descentralización, la propiedad del usuario y la interoperabilidad (Bhattacharya et al., 2023). Esta base arquitectónica es vista como esencial para un metaverso abierto y accesible, donde los datos y los activos pertenecen a los usuarios en lugar de estar controlados por entidades centralizadas (Vertakova & Shkarupeta, 2025).

Los gemelos digitales, que son representaciones virtuales de objetos o sistemas del mundo real, son una tecnología facilitadora clave para el metaverso. Permiten crear réplicas digitales del mundo físico dentro del metaverso, posibilitando la interacción con versiones virtuales de elementos reales (Mohamed & Faisal, 2024). Esta tecnología es fundamental para puentear el mundo virtual con los sistemas de producción física (Kaarlela et al., 2023).

El despliegue de redes de comunicación de próxima generación como 5G y la anticipada 6G es crucial para el funcionamiento del metaverso. Estas redes proporcionan la baja latencia y el alto ancho de banda necesarios para soportar experiencias inmersivas multiusuario en tiempo real, donde grandes cantidades de datos deben transmitirse de manera eficiente (Bhattacharya et al., 2023).

La integración del IoT con el metaverso permite crear entornos inteligentes e hiperconectados. Los objetos físicos pueden tener representaciones digitales o avatares IoT en el metaverso, permitiendo la interacción y el control de sistemas físicos desde el mundo virtual. Esto difumina aún más los límites entre las realidades digital y física (Guan et al., 2024).

El metaverso es un ejemplo primordial de cómo la integración de múltiples tecnologías puede dar lugar a un fenómeno nuevo y complejo. No se trata de una sola tecnología, sino de la confluencia y optimización de XR, IA, blockchain, IoT, y más, funcionando juntas para crear un entorno unificado (Bhattacharya et al., 2023; Crespo-Pereira et al., 2023).

La persistencia del metaverso está ligada a la continuidad de datos. La información sobre el estado del mundo virtual, los activos de los usuarios y el historial de interacciones se mantiene de forma continua, lo que permite que el universo digital tenga una memoria y evolucione de manera coherente (M. Cruz & Oliveira, 2024).

La interacción en el metaverso representa una evolución significativa en la interacción humano-computadora. Se mueve hacia interfaces más inmersivas y naturales, aprovechando tecnologías como la XR para permitir a los usuarios interactuar con el entorno digital de maneras que se sienten más intuitivas y directas (Bibri et al., 2022).

El surgimiento del metaverso en este momento específico no es accidental; es una consecuencia directa de décadas de avances tecnológicos. La madurez de tecnologías como la computación gráfica, las redes de alta velocidad y las interfaces inmersivas ha hecho posible la conceptualización y el desarrollo de entornos virtuales de la escala y complejidad requeridas (Crespo-Pereira et al., 2023).

Desde una perspectiva tecnológica, el metaverso es visto como un ecosistema virtual complejo. Este ecosistema se apoya en una amplia gama de tecnologías interconectadas para funcionar, desde la infraestructura de red hasta las aplicaciones de usuario y los sistemas de gestión de datos e identidad (Kumar et al., 2024).

Los entornos del metaverso generarán y utilizarán grandes cantidades de datos, lo que requiere la aplicación de técnicas de Big Data para su gestión y análisis (Fadhel et al., 2024). La información recopilada en el metaverso, desde la interacción del usuario hasta los datos ambientales, será crucial para su funcionamiento, personalización y evolución (Rall et al., 2024).

El metaverso, como forma virtual de urbanismo inteligente, se basa fundamentalmente en datos. La recopilación, el procesamiento y el uso de datos son esenciales para crear, mantener y gestionar estos entornos urbanos digitales, reflejando la creciente importancia de los datos en la organización de los espacios (tanto físicos como virtuales) (Bibri et al., 2022).

La caracterización del metaverso incluye su dependencia de tecnologías que permiten interacciones multisensoriales. Esto va más allá de la simple visualización e incorpora otros sentidos a través de dispositivos de RV y RA, buscando una experiencia más rica e inmersiva (Yıldırım & Keçeci, 2024).

La inmersión en el metaverso se describe como la capacidad de los usuarios para experimentar y consumir contenido generado por otros en un entorno inmersivo. Esta inmersión profunda es posible gracias a las tecnologías XR y es una característica distintiva de la plataforma (Weinberger, 2022).

La persistencia del metaverso asegura que los cambios realizados por los usuarios o los eventos que ocurren dentro de él tengan un impacto duradero.

Este estado continuo y evolutivo es crucial para la construcción de una realidad digital con historia, comunidad y valor acumulado (Weinberger, 2022).

La interactividad en el metaverso se caracteriza por ser sincrónica, permitiendo que múltiples usuarios interactúen simultáneamente en el mismo espacio compartido. Esta capacidad de coexistencia e interacción en tiempo real es fundamental para las experiencias sociales y colaborativas que el metaverso promete (Weinberger, 2022).

Tecnologías como Blockchain y NFTs son fundamentales para crear escasez digital y asegurar la propiedad de activos dentro del metaverso. Esto otorga valor a los bienes virtuales, desde parcelas de tierra digital hasta arte digital y otros coleccionables, sentando las bases para la economía del metaverso (Mohamed & Faisal, 2024).

El metaverso se especifica por la integración de realidades físicas y virtuales. Esta convergencia permite que los usuarios, los procesos y los entornos tengan presencias y interacciones en ambos ámbitos, creando un espacio híbrido que difumina los límites tradicionales (Bhattacharya et al., 2023).

Una característica definitoria del metaverso es la persistencia. A diferencia de muchas experiencias digitales efímeras, el metaverso es un entorno continuo que sigue existiendo y cambiando incluso cuando los usuarios no están conectados. Esta cualidad de permanencia es esencial para la construcción de un universo digital con su propia historia y estado (Weinberger, 2022).

La interactividad social es central en la experiencia del metaverso (M. Cruz & Oliveira, 2024). Los usuarios, representados por avatares, pueden conectarse e interactuar entre sí en tiempo real (Singla et al., 2023). Esto facilita el compromiso social, la comunicación y la construcción de relaciones dentro del entorno virtual, replicando y ampliando las dinámicas sociales del mundo físico (M. Cruz & Oliveira, 2024; Yıldırım & Keçeci, 2024).

La inmersión es una cualidad definitoria que distingue al metaverso de las interfaces 2D tradicionales (Weinberger, 2022). Se logra a través de tecnologías multisensoriales como la RV y RA, que permiten a los usuarios experimentar el entorno digital de manera envolvente (M. Cruz & Oliveira, 2024). Esta inmersión

profunda busca generar una fuerte sensación de presencia y realismo percibido (Arya et al., 2024).

La identidad del usuario en el metaverso se manifiesta a través de avatares. Estos son representaciones virtuales de las personas o entidades dentro del entorno digital (Farooq et al., 2023). Los avatares permiten a los usuarios proyectar una presencia e interactuar con el mundo virtual y otros usuarios, siendo fundamentales para la experiencia social y personal en el metaverso (Yıldırım & Keçeci, 2024).

La Tabla 1 presenta un desglose estructurado de los componentes tecnológicos y arquitectónicos esenciales que conforman la base del metaverso. Organizada para ofrecer una definición simplificada de cada elemento junto con su función o relevancia dentro del ecosistema, la tabla abarca desde enfoques de arquitectura en capas y soluciones de computación avanzada, hasta tecnologías clave como la Realidad Extendida (XR), Inteligencia Artificial (IA), Blockchain, Internet de las Cosas (IoT), redes de comunicación de próxima generación y herramientas para la gestión de Big Data. Asimismo, se destacan atributos fundamentales de la experiencia en el metaverso, como la inmersión, la persistencia del entorno digital y la interactividad social, considerados pilares para su desarrollo y adopción.

Tabla 1
Pilares tecnológicos y arquitectura del Metaverso

Elemento clave	Descripción simplificada	Rol / Importancia en el Metaverso
Arquitectura en Capas	Infraestructura, Interacción y Ecosistema.	Marco para entender la estructura del metaverso.
Computación Fog-Edge	Solución híbrida para gestionar cargas pesadas (física 3D, renderizado).	Reduce la latencia, crucial para experiencias en tiempo real.
Realidad Extendida (XR)	Incluye RV, RA y RM.	Fundamental para la experiencia inmersiva y la interacción sensorial.
Inteligencia Artificial (IA)	Potencia agentes inteligentes, chatbots y asistentes virtuales.	Mejora la experiencia y la interacción del usuario; aplica en PNL y visión por computadora.
Blockchain y NFTs	Infraestructura descentralizada para transacciones seguras.	Establece economías digitales robustas y transparentes, propiedad de activos digitales, incentivos económicos.
Web 3.0	Promueve descentralización, propiedad del usuario, interoperabilidad.	Esencial para un metaverso abierto y accesible, donde los datos y activos pertenecen a los usuarios.
Gemelos Digitales	Representaciones virtuales de objetos o sistemas del mundo real.	Crean réplicas digitales del mundo físico, puenteando lo virtual con sistemas de producción física.

Redes de Comunicación (5G/6G)	de Redes de próxima generación de baja latencia y alto ancho de banda.	Crucial para experiencias multiusuario inmersivas en tiempo real y transmisión eficiente de datos.
Internet de las Cosas (IoT)	Permite avatares IoT de objetos físicos.	Crea entornos inteligentes e hiperconectados, difuminando límites entre realidades digital y física.
Big Data	Gestión y análisis de grandes cantidades de datos.	Crucial para el funcionamiento, personalización y evolución del metaverso; base del "urbanismo inteligente" virtual.
Inmersión	Capacidad de experimentar contenido envolvente.	Distingue el metaverso de interfaces 2D; posible gracias a XR; genera sensación de presencia y realismo.
Persistencia	Continuidad de datos y cambios realizados.	Asegura que el estado del mundo virtual y activos se mantenga, permitiendo una historia y evolución coherente.
Interactividad Social	Múltiples usuarios interactúan simultáneamente en tiempo real.	Fundamental para experiencias sociales y colaborativas; usuarios representados por avatares.
Identidad del Usuario	Manifestada a través de avatares.	Permiten a los usuarios proyectar presencia e interactuar; fundamentales para la experiencia social y personal.

Nota: Resumen de los componentes clave que conforman la base tecnológica y estructural del Metaverso (Autores, 2025).

1.3. Evolución histórica y contexto cultural del metaverso

El término "metaverso" fue acuñado por primera vez en la novela de ciencia ficción "Snow Crash" de Neal Stephenson en 1992. En esta obra, el metaverso se describía como un universo virtual tridimensional accesible a través de gafas de RV, donde los usuarios interactuaban como avatares. Esta novela sentó las bases conceptuales para la idea de un espacio digital persistente e inmersivo (Yıldırım & Keçeci, 2024).

Antes del auge actual, ya existían mundos virtuales que exploraban conceptos similares. Plataformas como Second Life, lanzada en 2003, proporcionaron experiencias de vida virtual en 3D con economías e interacciones sociales. Aunque diferentes del metaverso visionado hoy, estos primeros mundos sentaron precedentes en la creación de espacios digitales persistentes y la representación a través de avatares (Crespo-Pereira et al., 2023).

Second Life es un ejemplo destacado de los primeros mundos virtuales que exploraron conceptos relacionados con el metaverso. Fundado en 2003, ofrecía un universo virtual tridimensional donde los usuarios, a través de avatares,

podían interactuar y participar en una economía virtual utilizando una moneda propia, el Linden Dólar (Yıldırım & Keçeci, 2024).

Aunque el interés se disparó recientemente, el metaverso y los mundos virtuales 3D ya eran temas de discusión en la investigación académica años atrás. Trabajos desde 2009 ya sentaban las bases para la investigación en metaversos (Kumar et al., 2024). La literatura inicial (1995-2000) en informática ya consideraba la creación de lenguajes para RV y metaversos (Crespo-Pereira et al., 2023).

La taxonomía de Milgram y Kishino (1994) sobre el continuo realidad-virtualidad proporcionó un marco temprano para comprender cómo las tecnologías difuminan los límites entre el mundo real y el virtual. Este trabajo es fundamental para situar conceptos como la RA y la RM en relación con la RV y el mundo físico (Singla et al., 2023).

Un evento que catapultó el concepto de metaverso al primer plano de la atención pública fue el cambio de nombre de la empresa Facebook a “Meta”. Esta decisión de Mark Zuckerberg simbolizó una apuesta estratégica por el metaverso, generando especulación y destacando su potencial para suceder al internet tal como se le conoce (Yıldırım & Keçeci, 2024).

La consolidación del ecosistema del metaverso se ve impulsada por la aparición de los nativos digitales y la Generación Z. Estas generaciones, formadas en contextos digitales, muestran una mayor disposición a interactuar y participar en entornos virtuales. Su familiaridad con la tecnología y las expectativas asociadas a su uso favorecen una actitud receptiva frente a las experiencias que ofrece el metaverso (Crespo-Pereira et al., 2023).

Dado el potencial percibido del metaverso países, marcas y empresas están compitiendo por posicionarse dentro de este universo digital, invirtiendo en infraestructura, desarrollo de plataformas y creación de contenido para asegurar su relevancia futura (Crespo-Pereira et al., 2023).

El metaverso no es un fenómeno aislado, sino una consecuencia directa del desarrollo y la evolución continua de la sociedad digital. Es el resultado de la optimización de las posibilidades que ofrecen Internet y las tecnologías digitales

en su punto álgido, reflejando una progresión natural en la forma en que los humanos interactúan con la tecnología (Crespo-Pereira et al., 2023).

La pandemia de COVID-19 aceleró significativamente la transición hacia actividades digitales, como las videoconferencias y la educación en línea (Lee, 2022). Esta rápida adopción de plataformas virtuales y la necesidad de interacción a distancia sensibilizaron a la sociedad sobre el potencial de los entornos digitales inmersivos, contribuyendo al interés actual en el metaverso (Yıldırım & Keçeci, 2024).

Más allá de la tecnología, factores culturales como la creciente digitalización de la vida cotidiana y la familiaridad con los juegos y los mundos virtuales han preparado el terreno para la aceptación del metaverso (Crespo-Pereira et al., 2023). La pandemia, en particular, normalizó muchas actividades digitales que antes eran secundarias.

Los mundos virtuales preexistentes, como Second Life, proporcionan valiosas lecciones y una base de conocimiento para el desarrollo del metaverso. Su historia de éxito y desafíos ofrece información sobre la dinámica de las comunidades virtuales, las economías digitales y la tecnología subyacente (Yıldırım & Keçeci, 2024).

La influencia de la novela “Snow Crash” de Neal Stephenson en la conceptualización moderna del metaverso es innegable (Yıldırım & Keçeci, 2024). Su descripción de un universo virtual global sirvió como un punto de partida para la imaginación de investigadores y desarrolladores, proporcionando una visión temprana de las posibilidades de un espacio digital inmersivo compartido (M. Cruz & Oliveira, 2024).

Si bien el metaverso ha generado un considerable “hype” o entusiasmo, es importante equilibrar las expectativas con la realidad de su estado actual. Aunque la visión es ambiciosa, la implementación práctica todavía enfrenta numerosos desafíos y el desarrollo se encuentra en una etapa temprana (Polyviou & Pappas, 2023).

La “generación MZ” (mileniales y generación Z) se identifica como un grupo clave para la adopción del metaverso. Su familiaridad con las tecnologías digitales y

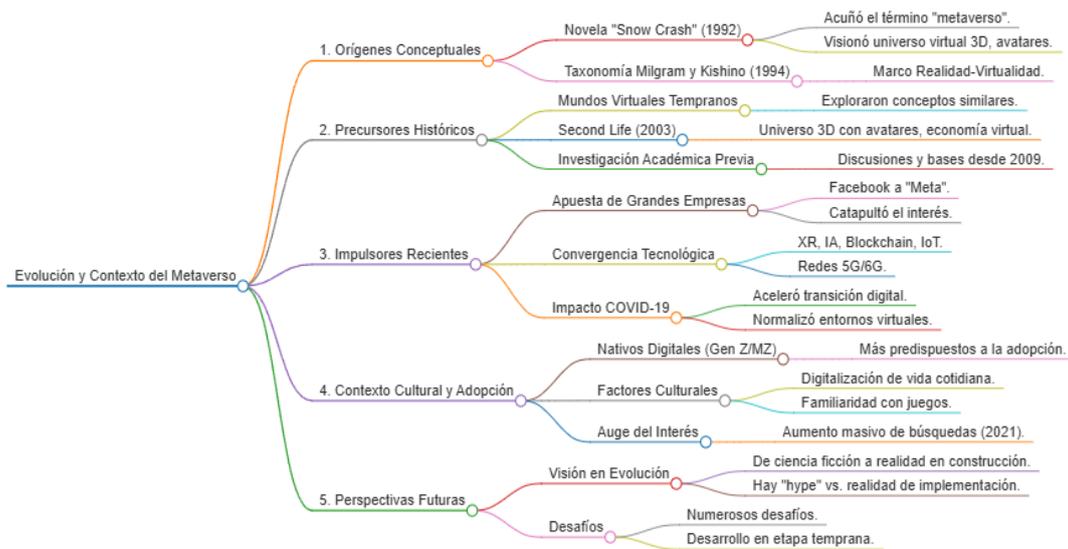
su interés en las experiencias en línea hacen que su intención de uso y experiencia con el metaverso sean particularmente relevantes para su desarrollo futuro (Lee, 2022).

El rápido aumento en las búsquedas del término “metaverso” a nivel global, como se observó a finales de 2021, demuestra el interés masivo que ha generado el concepto. Este interés, impulsado por anuncios de grandes empresas, subraya su relevancia cultural y económica actual (Sheka, 2024).

El metaverso está pasando gradualmente de ser un concepto principalmente de ciencia ficción a una realidad en construcción. Aunque las implementaciones actuales aún no alcanzan la amplitud y profundidad de la visión original, los avances tecnológicos y las inversiones están impulsando su materialización (Singla et al., 2023).

La Figura 5 presenta un mapa mental que sintetiza la evolución histórica y el contexto cultural del metaverso, estructurado en cinco secciones principales. En primer lugar, se abordan los orígenes conceptuales, con referencias clave como la novela “Snow Crash” y la taxonomía de Milgram y Kishino, que sentaron las bases teóricas del concepto. En segundo lugar, se identifican los precursores históricos, incluyendo mundos virtuales tempranos como Second Life y contribuciones relevantes desde el ámbito académico. La tercera sección se centra en los impulsores recientes, destacando la inversión de grandes corporaciones, la convergencia de tecnologías emergentes y el impacto acelerador de la pandemia por COVID-19. En cuarto lugar, se analiza el contexto cultural y la adopción, considerando factores como la presencia de nativos digitales, las dinámicas socioculturales y el creciente interés global. Por último, se exploran las perspectivas futuras, donde se reconoce el carácter evolutivo del metaverso, así como los desafíos técnicos, éticos y sociales asociados a su desarrollo.

Figura 5
Evolución histórica y contexto cultural del Metaverso



Nota: Mapa conceptual que sintetiza los hitos y factores clave en la trayectoria del Metaverso (Autores, 2025).

1.4. Aplicaciones, usos y aspectos económicos del metaverso

Para el año 2025, la RA ya se ha integrado en diversas aplicaciones cotidianas. Un ejemplo popular es el juego Pokémon Go, que permite a los usuarios interactuar con elementos virtuales superpuestos en su entorno físico a través de dispositivos móviles (Yıldırım & Keçeci, 2024). Otras aplicaciones incluyen sistemas que utilizan RA para analizar el estado emocional de los estudiantes o interfaces para la interacción humano-robot (Fadhel et al., 2024; Guan et al., 2024).

Las tecnologías de XR están encontrando aplicaciones en una amplia gama de campos más allá del entretenimiento. Se utilizan en entornos educativos para crear espacios de aprendizaje realistas, en la industria para habilitar lugares de trabajo digitales y en la exploración, como en sistemas robóticos subacuáticos. Esta versatilidad subraya el potencial de la XR para transformar diversas actividades humanas (Kaarlela et al., 2023).

En el ámbito educativo, la RV ofrece nuevas metodologías y oportunidades de aprendizaje. Plataformas basadas en mundos virtuales se utilizan para eventos como ceremonias de bienvenida, ferias de empleo y aprendizaje experiencial en museos. Permiten a los usuarios, a menudo estudiantes, explorar e interactuar

en un entorno simulado que puede enriquecer su comprensión y compromiso con el material (Lee, 2022).

Los mundos virtuales no solo permiten la interacción social, sino que también sirven como plataformas para la simulación y la experimentación. En ellos se pueden crear escenarios complejos, como laboratorios científicos o museos, que serían costosos o inaccesibles en el mundo físico. Esto ofrece oportunidades únicas para el aprendizaje práctico y la investigación en un entorno controlado y escalable (Yıldırım & Keçeci, 2024).

El metaverso incluye un sistema económico propio. Este ecosistema puede involucrar mercados digitales, monedas virtuales y mecanismos de regulación (Farooq et al., 2023). Tecnologías como blockchain y los Tokens No Fungibles (NFTs) desempeñan un papel clave en la gestión de la propiedad y las transacciones de activos digitales en entornos virtuales, lo que habilita nuevas oportunidades profesionales y dinámicas económicas emergentes (Mohamed & Faisal, 2024).

El contenido generado por el usuario (CGU) es un componente vital del metaverso (Farooq et al., 2023). Las plataformas de metaverso empoderan a los usuarios para crear, compartir y consumir contenido dentro de los mundos virtuales. Esta capacidad de creación democratiza la participación y enriquece la diversidad y la evolución del universo digital, a menudo incentivada por sistemas económicos (Weinberger, 2022).

Una perspectiva común es que el metaverso representa el futuro del Internet. Se le ve como la siguiente gran revolución en la forma en que se interactúa en línea, superando las limitaciones de las interfaces 2D actuales (Yıldırım & Keçeci, 2024). Se espera que transforme diversas industrias y la vida cotidiana (Vertakova & Shkarupeta, 2025).

Se anticipa que el metaverso tendrá un impacto transformador significativo. Se espera que disrumpa la forma en que se interacciona en el mundo virtual, elevando las experiencias interactivas en línea (Polyviou & Pappas, 2023). Su potencial para reconfigurar industrias, entornos laborales y la economía digital es un tema central de investigación y debate (Yıldırım & Keçeci, 2024).

El metaverso puede verse en el contexto de la plataformización, donde las empresas tecnológicas crean ecosistemas digitales masivos. Se describe como una forma virtual de urbanismo inteligente basado en datos y urbanismo de plataformas. Esto recalca su potencial para ser una plataforma global con implicaciones significativas para la organización social y económica (Bibri et al., 2022).

Durante la pandemia, la educación se trasladó rápidamente al formato en línea. Esto puso de manifiesto el potencial y las limitaciones de las plataformas 2D tradicionales (Yıldırım & Keçeci, 2024). El metaverso emerge como una solución potencial para ofrecer experiencias de aprendizaje en línea más ricas, interactivas y participativas, abordando las deficiencias de personalización e interacción de los modelos anteriores (Lee, 2022).

Second Life no solo fue un mundo virtual social, sino también un espacio con una economía activa. El uso de su propia moneda virtual, canjeable por dinero real, demostró el potencial para la creación de valor económico dentro de entornos digitales persistentes. Esto sentó un precedente para las economías basadas en blockchain y NFTs en metaversos modernos (Mohamed & Faisal, 2024).

El metaverso ofrece nuevas posibilidades para la visualización de datos e información. La capacidad de representar datos en entornos 3D inmersivos puede ser particularmente útil en campos como la bioinformática o la planificación urbana. Esto se alinea con el campo de la analítica inmersiva (Bibri et al., 2022).

Una ambición clave del metaverso es que los lugares y objetos del mundo físico estén representados por sus contrapartes digitales (Mohamed & Faisal, 2024). Esta representación digital puede ir desde avatares que representan personas hasta gemelos digitales de objetos o incluso ciudades enteras (Yıldırım & Keçeci, 2024).

Algunas perspectivas sugieren que las tecnologías subyacentes al metaverso pueden mejorar la calidad de vida de los usuarios al agregar nuevas funciones a su mundo real. Esto se relaciona con las tecnologías “externas” que se centran

en el mundo alrededor del usuario, proporcionando información y control sobre el entorno (Yıldırım & Keçeci, 2024).

En contraste con las tecnologías “externas”, las tecnologías “intimate” o íntimas se centran en el individuo o la identidad del objeto. En el contexto del metaverso, esto se refiere a tecnologías que median al usuario o a los objetos mediante el uso de avatares, perfiles digitales o una apariencia directa como actor en el entorno virtual (Yıldırım & Keçeci, 2024).

El sistema económico integrado en el metaverso sirve como un poderoso incentivo para la participación y la contribución de los usuarios. La posibilidad de poseer activos digitales, comerciar con ellos y generar valor económico fomenta la actividad y el desarrollo dentro del universo virtual (Weinberger, 2022).

Además del contenido generado por el usuario, el metaverso también puede incluir contenido creado por profesionales (PGC) y contenido generado por inteligencia artificial (AIGC). Esta diversidad en la creación de contenido contribuye a la riqueza y complejidad del universo virtual, ofreciendo una amplia gama de experiencias y recursos para los usuarios (Farooq et al., 2023).

El metaverso alberga una amplia gama de servicios virtuales, que van desde mercados digitales y monedas virtuales hasta servicios sociales y regulación digital. Esta infraestructura de servicios es esencial para el funcionamiento de la economía y la sociedad dentro del metaverso, permitiendo a los usuarios realizar diversas actividades (Farooq et al., 2023).

El metaverso se considera un factor clave en la configuración de la Industria 5.0. Se espera que juegue un papel fundamental en el futuro desarrollo económico y tecnológico, remodelando las industrias y los entornos de trabajo a través de la integración de realidades y la gestión del potencial digital (Vertakova & Shkarupeta, 2025).

El metaverso es visto como una forma virtual de urbanismo inteligente basado en datos. Permite la creación de entornos urbanos digitales que reflejan o simulan ciudades del mundo real, utilizando datos para gestionar procesos y ofrecer servicios. Esto tiene implicaciones para la planificación urbana y la gestión de la vida en la ciudad (Bibri et al., 2022).

El metaverso representa una evolución de Internet, al pasar de una experiencia predominantemente bidimensional y basada en documentos a una interacción tridimensional de carácter espacial y social. En lugar de limitarse a navegar por páginas web, los usuarios pueden desplazarse por entornos virtuales e interactuar con ellos de forma más intuitiva e inmersiva (L. Yang, 2024).

El énfasis en el contenido generado por el usuario y los sistemas económicos basados en blockchain sugiere que el metaverso puede impulsar una economía de la creación significativa. Los usuarios pueden no solo consumir, sino también crear y monetizar sus propias experiencias, objetos y servicios dentro del universo virtual (Weinberger, 2022).

Se espera que el metaverso tenga un impacto significativo en el mundo laboral. La creación de una nueva economía digital podría eliminar algunos puestos de trabajo existentes mientras crea otros nuevos, como especialistas en bienes raíces virtuales o desarrolladores de blockchain (Yıldırım & Keçeci, 2024).

Los usuarios en el metaverso utilizan avatares y contenido digital para presentarse a sí mismos. Esta auto-presentación puede involucrar la curación de identidades e imágenes utilizando activos digitales como NFTs, con el fin de sentirse valorados, buscar validación y establecer conexiones emocionales en el mundo virtual (Yıldırım & Keçeci, 2024).

El metaverso abre un amplio abanico de oportunidades de negocio en múltiples industrias. Sectores como el marketing, el comercio minorista, los servicios financieros y la gestión inmobiliaria exploran nuevas formas de operar, interactuar con los clientes y generar valor dentro de este entorno digital emergente (Bhattacharya et al., 2023; Vertakova & Shkarupeta, 2025).

El metaverso está teniendo un impacto notable en el sector financiero, impulsando innovaciones como los NFTs, el blockchain y los contratos inteligentes para nuevas oportunidades de negocio. Esto incluye áreas como la gestión inmobiliaria virtual y las transacciones de activos digitales (Mohamed & Faisal, 2024).

Se prevé que el metaverso tenga un potencial disruptivo en una amplia gama de sectores, desde la educación y la salud hasta el marketing y las finanzas

(Bhattacharya et al., 2023). Su capacidad para crear nuevas formas de interacción, negocio y experiencia podría transformar significativamente muchas industrias (Polyviou & Pappas, 2023).

El valor en el metaverso se crea a través de diversas vías, incluyendo la economía digital (transacciones, propiedad de activos), la creación de contenido, las experiencias sociales y las aplicaciones industriales. Comprender cómo se genera y distribuye este valor es clave para el diseño y la gestión de los mundos virtuales (Weinberger, 2022).

Una de las promesas del metaverso es que podría permitir la participación a nivel mundial en igualdad de condiciones, sin las restricciones geográficas del mundo físico. Esto podría democratizar el acceso a la educación, el trabajo y las oportunidades sociales para personas de todo el mundo (Bibri et al., 2022).

El metaverso no es solo un espacio para el consumo, sino también para la creación conjunta. Las plataformas a menudo ofrecen a los usuarios herramientas y libertad para crear y compartir contenido, desde objetos y entornos hasta experiencias completas. Esta capacidad fomenta la innovación y la personalización del universo virtual (Yıldırım & Keçeci, 2024).

La representación del metaverso va más allá de ser simplemente una colección de aplicaciones digitales; se le considera un nuevo entorno de existencia. Esta perspectiva resalta su potencial para convertirse en un espacio integral para la vida, el trabajo y la interacción social, similar en importancia al mundo físico (Sheka, 2024).

El metaverso ha captado la atención tanto en el ámbito académico como en la industria. La academia explora sus posibilidades para la educación y la investigación, mientras que la industria ve el potencial para nuevos modelos de negocio, espacios de trabajo y experiencias de cliente (Kaarlela et al., 2023).

Las instituciones de educación superior tienen un potencial significativo para adoptar el metaverso. La posibilidad de crear gemelos digitales de campus, laboratorios y museos a una fracción del costo físico ofrece nuevas vías para la enseñanza, la investigación y el compromiso estudiantil (Yıldırım & Keçeci, 2024).

Una motivación clave para el desarrollo del metaverso es superar las limitaciones de las plataformas en línea bidimensionales. La falta de personalización profunda, las opciones limitadas para expresar emociones y las vías de interacción restringidas en los entornos 2D son deficiencias que el metaverso busca abordar a través de la inmersión y la interactividad (Yıldırım & Keçeci, 2024).

La Tabla 2 presenta una síntesis estructurada de las principales aplicaciones, usos y dimensiones económicas que configuran el ecosistema del metaverso. La información se agrupa en tres categorías fundamentales. En primer lugar, se destacan las aplicaciones y usos, que abarcan desde la integración cotidiana de la realidad aumentada (RA), hasta el potencial de la realidad extendida (XR) en sectores como la educación, la industria, la visualización de datos y la representación digital de entornos físicos. En segundo lugar, se abordan los aspectos económicos, incluyendo la existencia de sistemas de mercado propios, el papel central de tecnologías como blockchain y los tokens no fungibles (NFT), así como la relevancia del contenido generado por los usuarios. Finalmente, se examina el impacto y rol general del metaverso, entendido como una proyección del futuro de Internet, un componente clave en el desarrollo de la Industria 5.0 y un nuevo espacio de existencia digital que suscita un interés creciente en los ámbitos académico e industrial.

Tabla 2
Aplicaciones, usos y aspectos económicos del Metaverso

Categoría	Punto clave simplificado	Descripción / implicación
Aplicaciones y usos	Realidad aumentada (RA) en interfaces humano-robot lo cotidiano	Ejemplos: Pokémon Go, análisis emocional de estudiantes.
	XR en diversos campos	Educación (aprendizaje realista), industria (lugares de trabajo digitales), exploración (robótica subacuática).
	RV en educación	Nuevas metodologías, eventos virtuales (bienvenidas, ferias), aprendizaje experiencial (museos).
	Mundos virtuales para simulación	Creación de escenarios complejos (laboratorios, museos) costosos/inaccesibles físicamente.
	Visualización de datos	Representación de datos en entornos 3D inmersivos (ej. Bioinformática, planificación urbana).
	Representación digital del mundo físico	Avatares de personas, gemelos digitales de objetos/ciudades.
	Superación límites 2d	Aborda la falta de personalización, expresión emocional y opciones de interacción de plataformas bidimensionales.

	Participación global e igualdad	Permite acceso democratizado a educación, trabajo y oportunidades sin restricciones geográficas.
Aspectos económicos	Sistema económico propio	Mercados digitales, monedas virtuales, mecanismos de regulación.
	Blockchain y NFTs	Cruciales para propiedad y transacción de activos digitales, creación de valor y escasez.
	Contenido generado por usuario (CGU)	Componente vital; usuarios crean, comparten y monetizan (economía de la creación). Incluye PGC (Contenido Generado por Profesionales) y AIGC (Contenido Generado por Inteligencia Artificial).
	Impacto en industrias y empleo	Transformará marketing, finanzas, bienes raíces, etc. Crea nuevos puestos de trabajo y disrumpe existentes.
	Potencial disyuntivo	Gran impacto en sectores como educación, salud, marketing, finanzas, reconfigurando industrias.
	Valor creado en el metaverso	A través de economía digital, creación de contenido, experiencias sociales y aplicaciones industriales.
Impacto y rol general	Futuro de internet	Visto como la próxima gran revolución; superará interfaces 2D actuales.
	Industria 5.0	Factor clave en su configuración; remodelará industrias y entornos de trabajo.
	Urbanismo inteligente en datos	Creación de entornos urbanos digitales que simulan ciudades reales para planificación y gestión.
	Evolución de internet a 3d	De navegación plana a entornos tridimensionales, más espacio intuitivos e inmersivos.
	Nuevo entorno de existencia	Más allá de aplicaciones digitales; potencial para ser un espacio integral de vida, trabajo e interacción social.
	Interés académico e industrial	Academia explora educación/investigación; industria ve nuevos modelos de negocio y experiencias de cliente.

Nota: Resumen de las principales aplicaciones, casos de uso y consideraciones económicas dentro del Metaverso (Autores, 2025).

1.5. Desafíos, gobernanza y autenticidad en el metaverso

Los entornos inmersivos, incluyendo aquellos basados en RV, plantean cuestiones interesantes sobre la autenticidad de las experiencias presentadas. En contextos educativos o históricos, se necesitan marcadores de autenticidad para que los usuarios puedan verificar la información y confiar en el contenido. Esto es un desafío en entornos estilizados o no fotorrealistas (Rall et al., 2024).

El análisis de la autenticidad en entornos inmersivos animados contempla tres dimensiones principales: la autenticidad objetiva, la autenticidad constructiva o simbólica, y la autenticidad existencial. Estas categorías permiten examinar cómo se percibe y configura la autenticidad en los niveles narrativo, espacial y de acción dentro de la experiencia virtual (Rall et al., 2024).

La autenticidad narrativa se vincula con la manera en que se estructuran las historias en entornos virtuales, con el fin de generar una percepción de realismo o una conexión significativa con la experiencia vivida por el usuario. Al fundamentar la narrativa en situaciones cotidianas fácilmente reconocibles, como la elección de alimentos en un centro de comida callejera en Singapur, se pretende que la experiencia resulte coherente y resonante con las vivencias auténticas de los participantes (Rall et al., 2024).

La autenticidad del entorno se refiere a la creación de mundos virtuales que, aunque no sean perfectamente fotorrealistas, incorporen detalles plausibles y coherentes. Elementos visuales y fragmentos sonoros que imitan experiencias del mundo real, como un viaje en tren, pueden servir como marcadores para sugerir autenticidad y crear una base creíble para la interacción dentro del entorno virtual (Rall et al., 2024).

En mundos virtuales estilizados, es crucial incluir marcadores de autenticidad que permitan a los usuarios verificar la información presentada. Estos marcadores pueden ser datos precisos, detalles realistas o elementos interactivos que se corresponden con el mundo físico, ayudando a los usuarios a confiar en el contenido educativo y a evaluar la credibilidad de la experiencia virtual (Rall et al., 2024).

Un desafío fundamental para la realización de la visión de un metaverso unificado es la interoperabilidad entre diferentes plataformas y entornos. La capacidad de moverse sin problemas entre distintos mundos virtuales, llevando consigo la identidad y los activos digitales, es crucial para la creación de una red verdaderamente interconectada (Weinberger, 2022).

La comprensión del metaverso se beneficia enormemente de perspectivas multidisciplinarias (Arya et al., 2024). La investigación abarca áreas como la informática, las ciencias sociales, la neurociencia, el marketing y la comunicación (Crespo-Pereira et al., 2023). Este enfoque amplio es necesario para abordar los complejos aspectos técnicos, sociales, económicos y éticos de este fenómeno emergente (Arya et al., 2024).

A pesar del creciente interés y la cobertura mediática, la investigación académica sobre el metaverso aún se considera en una etapa temprana o embrionaria en

muchas disciplinas, especialmente en ciencias sociales y neurociencias. Existe un considerable trabajo empírico por realizar para comprender plenamente el fenómeno y sus implicaciones (Crespo-Pereira et al., 2023).

Aunque el metaverso a menudo se asocia con juegos y ficción, también tiene aplicaciones en géneros factuales, como la educación médica o la historia. La pretensión de representar la realidad es mayor en estos géneros, lo que requiere un examen cuidadoso de cómo se construye y percibe la autenticidad mediada en estos contextos (Rall et al., 2024).

Más allá del entretenimiento, el metaverso tiene el potencial de ser utilizado en contextos históricos y políticos. Esto plantea desafíos únicos relacionados con la representación precisa de hechos históricos o argumentos políticos dentro de entornos virtuales. La necesidad de marcadores de autenticidad se vuelve especialmente crítica en estas áreas (Rall et al., 2024).

En entornos de RV, es posible construir narrativas ficticias que, no obstante, se basen en investigaciones meticulosas y se correspondan ampliamente con eventos o detalles del mundo real. Esto busca ofrecer experiencias inmersivas que, aunque sean narrativas de ficción, mantengan una conexión con la realidad factual para aumentar la sensación de autenticidad percibida (Rall et al., 2024).

Incluso en narrativas ficticias dentro de entornos virtuales, puede existir un deseo por parte de los usuarios de encontrar elementos de autenticidad. Esto puede manifestarse en la apreciación de detalles realistas, la representación precisa de procesos (como tratamientos médicos) o la fidelidad histórica, lo que acentúa la importancia de la investigación subyacente en la creación de estos mundos (Rall et al., 2024).

La autenticidad en los medios digitales se denomina a menudo “autenticidad mediada”. Esto se debe a que la realidad transmitida siempre está, en cierta medida, escenificada o incluso falseada, siendo una construcción social. La tarea es crear una “ilusión de autenticidad” o una “representación de la realidad” que sea convincente para el usuario (Rall et al., 2024).

A pesar del impulso actual, la realización completa de la visión del metaverso enfrenta desafíos técnicos significativos (Bibri et al., 2022). Estos incluyen la

necesidad de arquitecturas de computación distribuida eficientes, la optimización del renderizado gráfico para experiencias a gran escala y la garantía de la interoperabilidad entre plataformas (L. Yang, 2024).

A medida que los mundos virtuales se integran más en la vida cotidiana, surgen desafíos legales y regulatorios. Cuestiones como la privacidad, la seguridad, la gestión de la identidad y la regulación de actividades (incluidas las investigaciones encubiertas) requieren marcos legales adaptados a estos entornos digitales (Lannier, 2024; L. Yang, 2024).

Algunos estudios sitúan el metaverso en el contexto de la singularidad tecnológica, considerándolo un punto de convergencia de diversas tecnologías avanzadas. Esta perspectiva resalta el potencial transformador del metaverso y su papel en el avance hacia una nueva era de interacción humano-computadora (Kumar et al., 2024).

A pesar de su potencial, el metaverso presenta importantes desafíos éticos y de seguridad. La posibilidad de violaciones de la privacidad, conexiones sociales más débiles en comparación con las interacciones cara a cara, y el potencial para actividades delictivas debido al anonimato son áreas de preocupación que requieren atención (Yıldırım & Keçeci, 2024).

Para que el metaverso sea una herramienta educativa efectiva, es necesario que los educadores comprendan cómo los estudiantes lo perciben y utilicen. Se requieren estrategias de diseño de clases que fomenten la colaboración y la creatividad, así como el desarrollo de plataformas educativas que protejan los datos de los estudiantes (Yıldırım & Keçeci, 2024).

Una característica deseada del metaverso es la escalabilidad, lo que le permitiría albergar un gran número de usuarios y contenido simultáneamente. La capacidad de la red para crecer y manejar una creciente cantidad de interacciones y datos es fundamental para su viabilidad como un universo digital global y ubicuo (Weinberger, 2022).

Desarrollar un marco de diseño sólido es crucial para construir el metaverso. Esto implica considerar no solo los aspectos técnicos, sino también los

elementos sociotécnicos y las experiencias del usuario para crear entornos que sean funcionales, atractivos y éticamente responsables (Singla et al., 2023).

La creación de mundos virtuales en el metaverso se relaciona con la teoría de la “subcreación” o construcción de mundos imaginarios. Estos mundos, aunque digitales, deben adherirse a cierta lógica interna para ser plausibles y sin contradicciones, incluso si difieren del mundo real (Rall et al., 2024).

En los géneros factuales de RV, como las simulaciones médicas o las reconstrucciones históricas, hay una mayor expectativa de realismo empírico. La cercanía a la representación de la realidad se considera más crítica que en la ficción, lo que requiere una atención especial a la precisión y la verificación (Rall et al., 2024).

El rápido aumento de la atención hacia el metaverso en diversas industrias y la comunidad científica ha generado una fuerte demanda de una definición clara y ampliamente aceptada. Una definición bien fundamentada en la investigación existente es crucial para avanzar en la comprensión y el estudio del tema (Weinberger, 2022).

Para abordar la necesidad de una definición sólida, se han aplicado métodos como la metasíntesis cualitativa, que analiza la literatura existente para destilar y proponer definiciones. Este enfoque sistemático busca preservar la esencia de las conceptualizaciones previas para construir conocimiento nuevo basado en ellas (Weinberger, 2022).

Gran parte de la investigación actual sobre el metaverso, especialmente en disciplinas emergentes en el tema, se basa en revisiones sistemáticas de la literatura existente para recopilar y analizar el conocimiento previo. Este enfoque ayuda a identificar tendencias, brechas de investigación y áreas clave para el estudio futuro (Singla et al., 2023).

El metaverso busca promover un nivel de interacción virtual que se sienta más natural y realista que las plataformas en línea actuales. Al permitir la interacción a través de avatares en espacios tridimensionales compartidos, se espera fomentar conexiones sociales más fuertes y una comunicación más rica (Yıldırım & Keçeci, 2024).

El metaverso enfrenta desafíos significativos en los ámbitos técnico, ético y legal. Entre ellos destacan la necesidad de interoperabilidad entre plataformas, la escalabilidad para albergar grandes volúmenes de usuarios y la gestión eficiente de sistemas de computación distribuida. Un aspecto clave es la “autenticidad” de las experiencias inmersivas, especialmente en contextos factuales como la educación o la historia, donde se requiere coherencia narrativa y contextual, así como mecanismos de verificación que generen confianza, aun cuando dicha autenticidad sea, en parte, una construcción mediada. El desarrollo del metaverso exige un enfoque multidisciplinario capaz de abordar su complejidad técnica, social, económica y ética. Aunque la investigación académica en este campo aún se encuentra en una etapa inicial, resulta esencial para comprender sus implicaciones en materia de privacidad, seguridad, dinámicas sociales y la evolución de la relación entre los seres humanos y la tecnología.

CAPITULO

02

**MOTORES DE LA
INMERSIÓN:
TECNOLOGÍAS DIGITALES**



Motores de la inmersión: Tecnologías digitales

2.1. El Metaverso: Una iteración inmersiva de internet

El metaverso se concibe como una iteración hipotética de internet, que soporta entornos virtuales 3D persistentes en línea a través de ordenadores personales tradicionales y dispositivos de RV y RA (Hasgül et al., 2023). Es un espacio digital compartido creado por la convergencia de la realidad física virtualmente mejorada y el espacio virtual físicamente persistente (Aldweesh et al., 2023). Permite a los usuarios interactuar en tiempo real y es una plataforma de entornos interconectados (Boopathy et al., 2025).

Esta nueva frontera digital busca superar las limitaciones del mundo físico y redefinir las interacciones en línea (Momtaz, 2022; Polyviou & Pappas, 2023). La promesa es la de un mundo virtual paralelo al real, con sus propios sistemas sociales y económicos (Pervez et al., 2024). Alcanzar esta visión requiere la convergencia e integración de una serie de tecnologías avanzadas que actúan como los “motores de la inmersión” (Boopathy et al., 2025; Jagatheesaperumal et al., 2024).

La experiencia inmersiva es un aspecto fundamental del metaverso, permitiendo a los usuarios sentir que están cognitivamente teletransportados a un mundo sintético alternativo. Esta inmersión puede ser sociopsicológica, similar a la sensación de estar absorto en una película, o multimodal, lograda a través de medios técnicos que alimentan los canales sensoriales con señales ópticas, acústicas, táctiles y de otro tipo (Weinberger, 2022).

Para lograr esta inmersión, se necesita una base tecnológica sofisticada. Las tecnologías habilitadoras clave incluyen la XR, que abarca la RV, la RA y la RM, junto con el IoT, la IA, el blockchain y las redes de comunicación avanzadas como 5G y 6G, así como la Cloud computing y en Edge computing (Boopathy et al., 2025; Maier & Weinberger, 2024).

La convergencia de estas tecnologías es lo que impulsa la creación de entornos digitales inmersivos donde las personas pueden participar en diversas

actividades, desde socializar y jugar hasta trabajar y realizar transacciones económicas (Hasgül et al., 2023). Este enfoque integrado es necesario para construir un metaverso funcional y atractivo que pueda ofrecer experiencias ricas y fluidas a sus usuarios (Johri et al., 2024).

En síntesis, este panorama recalca que el Metaverso no es meramente una evolución tecnológica, sino una iteración inmersiva de internet que redefine la interacción digital. Su realización depende intrínsecamente de una sofisticada base tecnológica, donde la convergencia de la XR, el IoT, la IA, el blockchain y las redes de nueva generación actúa como el motor esencial para crear experiencias inmersivas, persistentes y fluidas. En última instancia, esta confluencia de avances tecnológicos es lo que permitirá construir ese prometedor espacio digital compartido, trascendiendo las limitaciones físicas y abriendo una nueva era en la interacción humana.

2.2. Hardware esencial: Visores RV/RA y periféricos

El hardware es la capa física necesaria para operar e interactuar con los mundos virtuales del metaverso (Maier & Weinberger, 2024). Juega un papel crucial en la creación de experiencias inmersivas y en la conexión del usuario con el entorno digital. La evolución de este hardware ha sido constante desde los primeros días de la RV (Kara et al., 2023).

Los visores de RV son fundamentales para la inmersión, ya que permiten a los usuarios percibir el entorno simulado y bloquear la vista del mundo físico (Boopathy et al., 2025). Estos dispositivos sumergen al usuario en un mundo tridimensional generado por ordenador (Rall et al., 2024). Ejemplos modernos como el Meta Quest 2 se utilizan en proyectos educativos para crear aulas de RV (Ruiu et al., 2024).

La RA, a través de dispositivos como gafas inteligentes, superpone gráficos generados por ordenador sobre la percepción del mundo real del usuario (Kara et al., 2023). Permiten interactuar con elementos digitales que mejoran la percepción del mundo físico (Johri et al., 2024)⁴⁶. Esta tecnología es una tecnología subyacente del metaverso (Johri et al., 2024).

La RM, combinando elementos de RV y RA, permite una mayor interacción entre los elementos físicos y digitales (Singla et al., 2023). Dispositivos como Microsoft HoloLens son ejemplos de hardware de RM (Huynh-The et al., 2023). La integración de una función de passthrough de RM puede permitir a los usuarios experimentar un entorno integral que mezcla los mundos físico y virtual (Kudry & Cohen, 2023).

Los controles hápticos y otros periféricos son vitales para mejorar la inmersión al proporcionar retroalimentación sensorial (Nateghi & Mosharraf, 2023). Los guantes cableados para el seguimiento de las manos surgieron en las décadas de 1980 y 1990 (Kara et al., 2023), y la investigación actual explora mecanismos portátiles de retroalimentación de fuerza (Kudry & Cohen, 2023). Estos dispositivos permiten a los usuarios interactuar con objetos virtuales como lo harían en el mundo físico (Boopathy et al., 2025).

La retroalimentación háptica, como la proporcionada por servos y motores de vibración, mejora las capacidades de detección personal (Kudry & Cohen, 2023). Esto permite una interacción más natural y realista dentro de los entornos virtuales (Kaarlela et al., 2023). El objetivo es crear interfaces que no requieran teclados y pantallas, lo que haría la interacción más intuitiva (McStay, 2023).

La investigación en haptics ha abarcado áreas como la psicología de la percepción, el desarrollo de prototipos de dispositivos de entrada y salida háptica, y estudios de usuario sobre la efectividad de las técnicas hápticas. Esto puede compensar o aumentar otros sentidos y crear una mayor sensación de inmersión en entornos de RV y RA (Singla et al., 2023).

Sensores de movimiento y seguimiento preciso, como el seguimiento óptico inside-out de manos, cabeza y controlador, son esenciales para que el avatar del usuario imite sus movimientos en tiempo real, haciendo la experiencia más creíble (Kudry & Cohen, 2023). Esto es parte de las tecnologías que permiten la representación digital de los usuarios (Fadhel et al., 2024).

Además, las interfaces que van más allá de los dispositivos convencionales, como los sensores biológicos y las interfaces cerebro-computadora (BCI), representan la evolución en la interacción humano-computadora para el metaverso (Nateghi & Mosharraf, 2023). La tecnología BCI, por ejemplo, busca

crear una interfaz natural a través de la conexión humano-computadora (Lee, 2022).

La entrada y salida biológicamente habilitada se considera parte de la interacción con sistemas y otras personas en el metaverso. El objetivo es sentir y medir impulsos eléctricos en el cuerpo, como a través de la electromiografía (EMG), para calibrar la intención. Esto es fundamental para las interfaces adaptativas que pueden inferir las necesidades e intenciones del usuario (McStay, 2023).

La combinación de estos elementos de hardware, desde los visores de inmersión visual hasta los periféricos que permiten la interacción táctil y sensorial, es crucial para construir un metaverso donde la línea entre los mundos físico y digital se difumine (Bag et al., 2023). La mejora continua de este hardware es un motor clave del desarrollo del metaverso (Chinie et al., 2022).

La Tabla 3 presenta un desglose detallado del hardware esencial y de los periféricos clave que habilitan la interacción e inmersión dentro del metaverso. La información se organiza en tres áreas principales. En primer lugar, se describen los dispositivos de visualización y fusión de realidades, como los visores de realidad virtual (RV), realidad aumentada (RA) y realidad mixta (RM), los cuales desempeñan un papel central en la construcción de entornos inmersivos y en la integración fluida entre el mundo digital y el físico. En segundo lugar, se abordan los periféricos de interacción y retroalimentación sensorial, incluyendo controles hápticos, sensores de movimiento e interfaces cerebro-computadora (BCI), cuyo objetivo es reproducir la interacción física de manera más intuitiva y realista. Finalmente, se destaca la naturaleza evolutiva de estos dispositivos, considerándolos como la capa física indispensable y el motor tecnológico que impulsa el desarrollo continuo del metaverso hacia experiencias más envolventes, naturales y sofisticadas.

Tabla 3
Hardware esencial y periféricos para la interacción en el Metaverso

Tipo de hardware / interfaz	Componente específico	Función principal	Relevancia en el ecosistema del Metaverso
Hardware de visualización y fusión de realidades	de Visores de Realidad y Virtual (RV)	Proporcionan inmersión total al bloquear el mundo físico y presentar entornos sintéticos.	Fundamentales para la experiencia inmersiva y profunda; habilitan la percepción de mundos simulados y son clave en

			proyectos educativos como aulas de RV.
Visores de Realidad Aumentada (RA)	Superponen gráficos digitales sobre la percepción del mundo real del usuario.	Mejoran la interacción con los elementos digitales en el entorno físico; constituyen una tecnología subyacente para el Metaverso que enriquece la realidad existente.	
Hardware de Realidad Mixta (RM)	Permite la interacción bidireccional y una mayor integración entre elementos físicos y digitales.	Esencial para experiencias híbridas, fusionando ambos mundos y ofreciendo una sensación de entorno integral (ej. función passthrough).	
Periféricos de interacción y retroalimentación sensorial	Controles Hápticos y Dispositivos de Retroalimentación sensorial (ej., táctil, fuerza)	Suministran retroalimentación sensorial para una interacción más natural.	Mejoran significativamente la inmersión al replicar la interacción física con objetos virtuales; la investigación en hápticas es crucial para experiencias realistas.
	Sensores de Movimiento y Seguimiento	Permiten que el avatar del usuario imite sus movimientos en tiempo real.	Indispensables para la credibilidad de la experiencia; facilitan la representación digital precisa de los usuarios en el entorno virtual.
	Interfaces Biológicas (BCI) / Cerebro-Computadora	Representan una evolución en la interacción humano-computadora, a través de la medición de impulsos biológicos.	Buscan crear interfaces más intuitivas y adaptativas; el objetivo es inferir las intenciones del usuario para una conexión más natural con el Metaverso.
Naturaleza y evolución del hardware esencial	Capas Físicas y Capas de Habilidades	Constituyen la infraestructura indispensable para operar e interactuar con los mundos virtuales.	Son el fundamento para la conexión física del usuario con el entorno digital y el desarrollo de experiencias inmersivas y fluidas.
	Mejora y Desarrollo Continuo	La evolución constante de este hardware es un motor clave para el progreso del Metaverso.	Permite la transición hacia interfaces más intuitivas (sin teclados ni pantallas) y la difuminación de la línea entre los mundos físico y digital.

Nota: Resumen de los principales componentes de hardware y periféricos que sustentan la interacción y la experiencia inmersiva en el Metaverso (Autores, 2025).

2.3. Software y plataformas: motores gráficos y entornos virtuales

La construcción de los mundos virtuales del metaverso requiere software y plataformas robustas (Fadhel et al., 2024). Los motores gráficos son los

cimientos que permiten la creación de entornos 3D realistas e interactivos. Estos motores proporcionan las herramientas necesarias para el modelado, la animación y el renderizado de gráficos complejos (Ruiu et al., 2024).

Unity y Unreal Engine son ejemplos prominentes de motores gráficos utilizados en el desarrollo de videojuegos y, cada vez más, en la creación de mundos interactivos para el metaverso. Inicialmente concebidos para juegos, han trascendido su propósito original para desarrollar entornos virtuales (Ruiu et al., 2024).

Estos motores permiten a los desarrolladores crear paisajes virtuales, personajes virtuales y otros elementos interactivos en un espacio tridimensional (Fadhel et al., 2024). Proporcionan componentes preconstruidos y SDKs (kits de desarrollo de software) para simplificar y acelerar el proceso de desarrollo de experiencias inmersivas (Singla et al., 2023).

Además de los motores gráficos, existen plataformas de metaverso que ofrecen entornos virtuales compartidos donde los usuarios pueden interactuar (Chinie et al., 2022). Estas plataformas varían en su enfoque y el tipo de experiencias que proporcionan (Bonenkamp, 2025).

En 2025, varias plataformas de metaverso se consideran prominentes, cada una con sus características y experiencias distintivas. Ejemplos incluyen Decentraland, The Sandbox y Horizon Worlds (Ruiu et al., 2024).

Decentraland es una plataforma de RV descentralizada impulsada por la blockchain de Ethereum. Permite a los usuarios crear, experimentar y monetizar contenido y aplicaciones. Ofrece un metaverso totalmente operativo y descentralizado, donde los usuarios pueden poseer y comerciar propiedades virtuales (Bonenkamp, 2025).

La experiencia en Decentraland incluye la propiedad de tierras virtuales verificada por blockchain. Los usuarios pueden construir en sus propiedades, crear estructuras digitales y exhibir su creatividad. También, pueden obtener ingresos a través de publicidad en vallas publicitarias adjuntas a edificios. MANA, un token ERC-20, se utiliza para comprar activos virtuales dentro de la plataforma (Johri et al., 2024).

The Sandbox es otra plataforma de metaverso notable mencionada en el contexto de los juegos basados en NFT. Permite a los usuarios crear y monetizar sus propias experiencias de juego utilizando NFTs y tokens. Similar a Decentraland, se centra en la propiedad de activos digitales y la participación del usuario en la creación de contenido (Bhattacharya et al., 2023).

Horizon Worlds es una plataforma de red social de RV desarrollada por Meta Platforms. Permite a los usuarios interactuar, crear y conectarse dentro de un entorno virtual. Se enfoca en la interacción social y la creación de contenido generado por el usuario en un espacio 3D (Bonenkamp, 2025).

Otras plataformas como Roblox y Minecraft, aunque a veces consideradas “proto-metaversos”, también ofrecen mundos virtuales multijugador donde los usuarios pueden interactuar y crear contenido (Chinie et al., 2022). Han sido utilizadas en contextos educativos para crear simulaciones de entornos y mejorar la comprensión (Choi et al., 2022).

La capacidad de estas plataformas para ofrecer una variedad de contenidos ricos creados por individuos y empresas es clave. Los contenidos creados con software de modelado 3D pueden cargarse, permitiendo la recreación de entornos del mundo real o la invención de otros completamente nuevos (Choi et al., 2022).

Sin embargo, un desafío importante es la interoperabilidad entre las diferentes plataformas de metaverso (Choi et al., 2022). Actualmente, no es fácil transferir avatares o posesiones entre plataformas diferentes (Krauss, 2023). La falta de estándares dificulta los intercambios y la creación de un metaverso verdaderamente interconectado (Choi et al., 2022).

El desarrollo de un estándar de interfaz de datos neutral sería necesario para permitir la interoperabilidad entre plataformas heterogéneas como Roblox, Zepeto y Gather. Sin embargo, esto es técnicamente difícil y requiere la colaboración de todas las plataformas, lo cual es poco probable a corto plazo (Krauss, 2023).

A pesar de estos desafíos, estas plataformas y el software que las impulsa son esenciales para construir la infraestructura de los mundos virtuales que

componen el metaverso (Fadhel et al., 2024). Continúan evolucionando, ofreciendo nuevas posibilidades para la interacción social, la creatividad y la economía digital.

La creación de contenido generado por el usuario (UGC) es fundamental para el éxito del metaverso. Plataformas que permiten a los usuarios construir sus propios espacios virtuales y crear activos digitales fomentan la participación y la diversidad dentro del metaverso. Sin UGC, el metaverso podría permanecer como un lugar estático (Machinations Metaverse, 2025).

2.4. IA: Mundos vivos y personajes inteligentes

La IA es un componente crucial que impulsa el metaverso. Permite la creación de mundos virtuales más dinámicos e interactivos (Maier & Weinberger, 2024). La investigación en IA ha comenzado recientemente a explorar si puede usarse para construir metaversos plausibles (Johri et al., 2024).

La IA desempeña un papel fundamental en la creación de personajes no jugadores (NPCs) inteligentes y agentes virtuales (Fadhel et al., 2024; Maier & Weinberger, 2024). Estos personajes pueden exhibir comportamiento humano, adaptándose dinámicamente y aprendiendo de las interacciones con los usuarios. Esto enriquece las experiencias virtuales, haciéndolas más atractivas y realistas (Fadhel et al., 2024).

Las tecnologías de IA, como el procesamiento del lenguaje natural (NLP) y la IA conversacional, permiten a los usuarios interactuar con criaturas virtuales y NPCs utilizando lenguaje hablado o escrito. Esto facilita la comunicación y la colaboración dentro del metaverso (Fadhel et al., 2024).

La IA también contribuye a la personalización de experiencias. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar el comportamiento del usuario para adaptar el entorno virtual a sus preferencias y formas de ser. Esto crea experiencias más inmersivas y relevantes para cada individuo (Farooq et al., 2023).

Además, la IA puede ayudar en la generación de contenido a gran escala y de forma continua. La IA generativa, en particular, permite la creación de imágenes, música y otros tipos de contenido digital. Esto es vital para poblar los mundos virtuales del metaverso con una gran cantidad de contenido (Vertakova & Shkarupeta, 2025).

La IA se utiliza para potenciar capacidades de hardware, como la captura de entornos físicos y su renderizado en 3D, o el ajuste de la passthrough en dispositivos de RV/RA. También puede automatizar, moderar y organizar contenido dentro de espacios inmersivos (Farooq et al., 2023).

En el ámbito de la salud, la IA se integra en el metaverso para mejorar los servicios, como en la atención médica, la enseñanza médica y la colaboración. La IA con otras tecnologías como IoT y gemelos digitales busca aumentar la atención médica centrada en el paciente (Fadhel et al., 2024).

La IA también puede ser empleada para el reconocimiento de emociones en sistemas de RA. Esto se logra analizando señales como las ondas cerebrales (EEG), lo que puede ser útil en contextos educativos para evaluar respuestas emocionales de los estudiantes (Yıldırım & Keçeci, 2024).

La integración de la IA con otras tecnologías como AR/VR, blockchain y redes avanzadas es vista como un camino para establecer un metaverso que ofrezca entornos virtuales seguros, escalables e inmersivos en una plataforma fiable y accesible continuamente. La IA es fundamental para garantizar la fiabilidad de la infraestructura y mejorar el rendimiento (Fadhel et al., 2024).

La IA contribuye significativamente al diseño y desarrollo del metaverso, haciendo posible la creación de NPCs con comportamiento realista. Su aplicación en áreas como la visión por computadora y el procesamiento del lenguaje natural mejora la interacción humano-computadora dentro del metaverso (Rahman et al., 2023).

En resumen, la IA no solo da vida a los mundos virtuales con personajes inteligentes y entornos adaptativos, sino que también facilita la creación de contenido, mejora la interacción del usuario y optimiza la infraestructura del

metaverso, actuando como una pieza clave en la construcción de realidades digitales inmersivas (Kumar et al., 2024).

La Tabla 4 presenta una visión organizada de la contribución multifacética de la inteligencia artificial (IA) en el contexto del metaverso. El contenido destaca el rol de la IA en la creación de entornos virtuales y personajes inteligentes, permitiendo el diseño de mundos dinámicos y de NPCs (personajes no jugables) con comportamientos adaptativos y realistas. También se aborda su participación en la interacción y personalización de la experiencia del usuario, así como en la generación y gestión automatizada de contenido a gran escala, aspectos clave para garantizar la escalabilidad del entorno digital. Además, se examina su aplicación en la optimización de infraestructura y hardware, lo que contribuye a mejorar el rendimiento y la eficiencia operativa del sistema. Por último, se resaltan sus usos especializados en sectores como la salud y la educación, posicionando a la IA como un pilar esencial en la construcción, mantenimiento y evolución de experiencias inmersivas dentro del metaverso.

Tabla 4
La IA en el Metaverso

Área de aplicación de la IA	Función específica de la IA	Impacto / Beneficio en el Metaverso
Creación de mundos y personajes	Impulsa mundos dinámicos e interactivos; genera NPCs (Personajes No Jugadores) y agentes virtuales.	Da vida a los entornos virtuales; crea personajes con comportamiento humano, realistas y atractivos.
Interacción y personalización	Permite comunicación con NPCs (NLP, conversacional); adapta experiencia al usuario.	Facilita la comunicación y colaboración; IA crea experiencias más inmersivas y relevantes para cada individuo.
Generación y gestión de contenido	Generación de contenido a gran escala (IA generativa: imágenes, música, etc.).	Puebla los mundos virtuales con gran diversidad y cantidad de contenido; automatiza y organiza contenido.
Optimización de infraestructura hardware	Potencia captura de entornos y 3D, ajuste de passthrough; garantiza fiabilidad y rendimiento.	Mejora capacidades de hardware y entornos seguros, escalables e inmersivos.
Aplicaciones especializadas	Reconocimiento de emociones (ej. en educación); mejora servicios de salud.	Útil en contextos educativos (evaluación de respuestas emocionales); impulsa la atención médica centrada en el paciente.
Rol general	Componente crucial en la convergencia tecnológica.	Hace posible la creación de realidades digitales inmersivas; facilita la interacción y optimiza la infraestructura del metaverso.

Nota: Resumen de las principales aplicaciones, funciones específicas y el impacto de la IA en el desarrollo y operación del Metaverso (Autores, 2025).

2.5. Blockchain y Web3: Propiedad digital y nuevas economías

Blockchain y Web3 son tecnologías fundamentales para la existencia y el funcionamiento del metaverso, especialmente en lo que respecta a su economía (Boopathy et al., 2025). Son vistas como la base para una sociedad virtual descentralizada y democrática (Truong et al., 2023).

La tecnología Blockchain, que es descentralizada y fiable, permite la prueba digital de propiedad, la transferencia de valor y la gestionabilidad de activos. Esto es crucial para el ecosistema económico del metaverso (Q. Yang et al., 2022).

El metaverso se espera que sea interoperable, permitiendo a los usuarios comerciar ítems virtuales de una plataforma a otra. Blockchain facilita esto al proporcionar una plataforma fiable y transparente para los activos digitales y las monedas virtuales (Kumar et al., 2024).

Los activos digitales son una función central proporcionada por blockchain, incluyendo tokens homogéneos (como ERC-20) y no homogéneos (como ERC-721 o ERC-1155). La tecnología blockchain se considera el alma del metaverso al mantener su fluidez económica (Huynh-The et al., 2023).

La adopción de la infraestructura blockchain permite a los usuarios del metaverso conectarse con la criptoconomía más amplia. Esto hace que los objetos virtuales sean intercambiables por moneda del mundo real (Huynh-The et al., 2023).

El blockchain permite que bitcoin y otras criptomonedas se utilicen para comprar y vender activos virtuales en el metaverso. Los activos, ya sea en forma de dinero o de otra índole, pueden transferirse y utilizarse en todos los mundos virtuales habilitados para criptomonedas (Huynh-The et al., 2023).

En el metaverso habilitado para criptomonedas, los usuarios pueden participar en actividades como tomar vacaciones virtuales, comprar ropa digital y asistir a conciertos virtuales. Esto demuestra la integración de la economía virtual en la vida del metaverso (Huynh-The et al., 2023).

Blockchain también permite que el metaverso sea una plataforma pública con un ecosistema descentralizado de código abierto que permite a los usuarios diseñar

aplicaciones y realizar comercio digital. Como arquitectura blockchain de código abierto, el metaverso proporcionará una interfaz amigable para carteras e intercambios descentralizados (Huynh-The et al., 2023).

Los Tokens No Fungibles (NFTs) son un tipo de activo digital que ha ganado popularidad por sus características únicas (Johri et al., 2024). Son fundamentales para la verificación de la propiedad de activos digitales en el metaverso (Bhattacharya et al., 2023).

Ejemplos de la integración de NFTs en el metaverso incluyen CryptoKitties, una aplicación basada en Ethereum que utiliza el estándar de token ERC-721 para simular la reproducción de gatos virtuales. Plataformas como Decentraland utilizan tokens ERC-721 para la propiedad de tierras y recuerdos virtuales (Johri et al., 2024).

Las empresas importantes están utilizando NFTs para fortalecer sus negocios de activos virtuales. Marcas como Dolce & Gabbana, Coca-Cola, Adidas y Nike son ejemplos de esto. Facebook también ha lanzado colecciones de NFT en el negocio del metaverso, permitiendo a los usuarios poseer y mostrar activos virtuales (Johri et al., 2024).

Web3 es la próxima etapa evolutiva de la World Wide Web y es la base sobre la que se propone que el metaverso interactúe con sus usuarios. Se fundamenta en el establecimiento de una infraestructura descentralizada que integra tecnologías avanzadas como blockchain y IA (Johri et al., 2024).

Web3 permite a los individuos tener propiedad sobre componentes específicos de Internet, a diferencia de Internet tradicional. Sus aplicaciones y servicios están principalmente impulsados por la tecnología de registro distribuido (DLT) (Jagatheesaperumal et al., 2024).

Web3 complementa al metaverso al proporcionar servicios de conectividad y la base para la implementación descentralizada de servicios (Jagatheesaperumal et al., 2024). Asegura la preservación de la descentralización, la propiedad de los datos, la confianza, la inteligencia, la conectividad y la ubicuidad en sus conexiones (Johri et al., 2024).

El concepto de Sociedad Descentralizada (DeSoc) y los tokens vinculados al alma (SBTs) son ideas que emergen en el contexto de Web3 y el metaverso. Estos conceptos buscan ir más allá de la propiedad de activos comerciables para representar la identidad y reputación digital no transferible (Ruiu et al., 2024).

En resumen, blockchain y Web3 son pilares esenciales del metaverso. No solo facilitan un sistema económico funcional a través de criptomonedas y NFTs, sino que también establecen un marco descentralizado que permite la prueba de propiedad, la transferencia de valor y la creación de un ecosistema abierto y democrático (Vertakova & Shkarupeta, 2025).

2.6. Conectividad avanzada: 5G/6G y Nube

La conectividad avanzada es fundamental para la realización del metaverso, permitiendo experiencias fluidas, inmersivas y persistentes (Rahman et al., 2023). El metaverso requiere redes y protocolos de datos fiables que permitan una alta calidad de datos con baja latencia (Maier & Weinberger, 2024).

Las redes 5G y 6G son esenciales para cumplir los estrictos requisitos del metaverso en cuanto a una experiencia totalmente inmersiva, numerosos usuarios concurrentes y conectividad fluida (Jagatheesaperumal et al., 2024). Ofrecen características de comunicación de ultrabaja latencia y ultra fiable que son indispensables para la retroalimentación instantánea necesaria en entornos virtuales realistas (Rahman et al., 2023).

Las tecnologías 5G y 6G ayudan a impulsar las experiencias del usuario al proporcionar Edge computing de multiacceso y servicios de descarga en el borde universales y estándar (Jagatheesaperumal et al., 2024). Esto es crucial para manejar la enorme cantidad de datos y el procesamiento requerido por el metaverso (Maier & Weinberger, 2024).

La computación en la nube (Cloud Computing) juega un papel importante en la infraestructura del metaverso, proporcionando instalaciones de almacenamiento/procesamiento en línea en centros de datos remotos (Huynh-The et al., 2023). Los servicios en la nube pueden utilizarse para apoyar las

diversas tecnologías del metaverso, como los recursos computacionales y las GPUs (Lee, 2022).

Los modelos de servicios en la nube pueden utilizarse para apoyar tecnologías como gemelos digitales y simulación, que requieren una potencia computacional significativa (Lee, 2022). Sin embargo, una arquitectura centralizada basada en la nube puede ser desfavorable debido a la larga latencia.

Para abordar el problema de la latencia y la disponibilidad del servidor cuando múltiples personas acceden al metaverso a través de servicios en la nube, se utilizan tecnologías como la computación en el borde (Edge Computing) (Lee, 2022). La computación en el borde permite que el procesamiento de datos se realice más cerca del usuario, reduciendo los tiempos de respuesta (Johri et al., 2024).

Una arquitectura híbrida Niebla-Borde puede aprovechar los recursos computacionales de los dispositivos en el borde para tareas pesadas como la computación de física 3D en la simulación virtual. Esto mejora la eficiencia y reduce la dependencia de la nube centralizada (Farooq et al., 2023).

El metaverso se beneficia enormemente de la integración del IoT, que requiere una comunicación de datos instantánea (Fadhel et al., 2024). El IoT proporciona datos en tiempo real a través de sensores eficientes, mejorando la sensación de inmersión al crear condiciones similares a la vida real (Maier & Weinberger, 2024).

La integración del IoT con la computación en el borde es crucial, ya que los dispositivos IoT a menudo tienen una capacidad de procesamiento limitada. La computación en el borde puede ayudar a manejar los grandes volúmenes de datos generados por los dispositivos IoT en el metaverso (Papadopoulos et al., 2025).

La escalabilidad es una preocupación importante para el metaverso a medida que el número de usuarios y las interacciones aumentan (Sharma & Sharma, 2024). Las redes inalámbricas deben ser escalables (Maier & Weinberger, 2024). La computación a hiperescala, que permite una escalabilidad masiva en entornos distribuidos, es fundamental para el metaverso (Boopathy et al., 2025).

La infraestructura de TI para el metaverso requiere un soporte de hardware masivo para la computación y un software que permita una respuesta rápida y consistente y transferencias de datos de mayor ancho de banda. Los centros de datos en el borde a hiperescala pueden ser una solución viable para acomodar estos requisitos (Boopathy et al., 2025).

En resumen, la conectividad avanzada proporcionada por 5G, 6G, la computación en la nube y en el borde es vital para que el metaverso funcione de manera efectiva (Gruson et al., 2023). Estas tecnologías permiten la transferencia de datos de alta velocidad y baja latencia, el procesamiento distribuido y la escalabilidad necesarias para construir y mantener los mundos virtuales inmersivos y persistentes del metaverso (Bhattacharya et al., 2023).

La Figura 6 presenta un mapa conceptual que sintetiza los elementos esenciales de la conectividad avanzada requerida para el funcionamiento del metaverso. La información se organiza en tres ramas principales. En primer lugar, se identifican los requisitos clave que exigen las experiencias inmersivas, entre ellos la necesidad de baja latencia, alta velocidad de transmisión y calidad constante de los datos. En segundo lugar, se detallan las tecnologías fundamentales que hacen posible esta conectividad, incluyendo redes de próxima generación como 5G y 6G, modelos de computación en la nube, en el borde y soluciones híbridas, así como la integración del Internet de las Cosas (IoT). Por último, se establece el propósito general de esta infraestructura, centrado en garantizar la escalabilidad, la operatividad en tiempo real y la persistencia de los mundos virtuales, condiciones necesarias para experiencias digitales continuas, inmersivas y sostenibles.

Figura 6
Conectividad avanzada para el Metaverso



Nota: Mapa conceptual de los requisitos, tecnologías y propósito de la conectividad avanzada en el Metaverso (Autores, 2025).

CAPITULO

03

EL “YO” DIGITAL: AVATARES E IDENTIDAD



El “Yo” Digital: Avatares e Identidad

3.1. El Avatar: Representación y agente digital

El avatar se erige como la representación virtual fundamental del usuario dentro del metaverso, funcionando como su encarnación digital y poseyendo la misma autoridad legal que los derechos en el mundo real. Esta equivalencia dota al avatar de plena garantía para cualquier transacción o acción realizada en el dominio virtual, impidiendo su repudiación (Huynh-The et al., 2023). En esencia, el avatar no es solo un personaje, sino el medio a través del cual la persona existe y actúa en el ámbito digital (Singla et al., 2023).

Desde una perspectiva más amplia, los metaversos son definidos como mundos virtuales inmersivos donde personas, lugares y objetos del mundo físico se representan mediante sus homólogos digitales, siendo los avatares la manifestación de los individuos (Polyviou & Pappas, 2023). Esta digitalización de la identidad permite la interacción, comunicación y colaboración en un entorno simulado (Sheka, 2024).

El término “avatar” tiene raíces en el sánscrito, refiriéndose a las manifestaciones de la deidad Vishnu en la tierra, y fue adoptado para representar a los jugadores en los primeros mundos virtuales. Su uso se ha extendido más allá de los juegos, abarcando aplicaciones de comercio electrónico y entornos sociales virtuales, e incluso reuniones laborales geográficamente dispersas (Q. Yang et al., 2022).

Un avatar es una figura tridimensional que representa al usuario en plataformas de RV, ofreciendo a menudo la opción de cambiar a una vista en primera persona (Henz, 2022). Esta capacidad de inmersión y de ser el protagonista de la experiencia digital es central para la percepción de presencia y la eficacia de la interacción (Hennig-Thurau et al., 2023).

La comprensión del avatar va más allá de una mera imagen; es una identidad digital que ayuda a crear presencia social y a mediar la sensación de “realidad” en un mundo digital. En entornos cualitativos de investigación, por ejemplo, el

avatar se convierte en la forma en que el individuo es percibido y se presenta (Adams, 2024).

Los avatares también pueden ser entidades digitales que se asemejan a los humanos, diseñadas para representar a un usuario y mejorar su experiencia general en el metaverso (Johri et al., 2024). Estas figuras digitales actúan como representantes virtuales, facilitando la interacción y la inmersión en el ecosistema digital (Singla et al., 2023).

La interacción en el metaverso se basa en un entorno virtual tridimensional que incluye paisajes, personajes y, crucialmente, avatares virtuales. Los avances tecnológicos en la reconstrucción de cuerpos humanos en 3D han tenido un impacto profundo en la forma en que se construyen y perciben estos avatares (Fadhel et al., 2024).

En el metaverso, los usuarios pueden crear una variedad de avatares para representarse virtualmente y acceder a diversos servicios. Esta libertad de creación puede, sin embargo, presentar riesgos, ya que usuarios malintencionados podrían fabricar avatares similares para perpetrar fraudes o amenazas (Kim et al., 2023).

El avatar es una representación del usuario basada en las interacciones dentro del entorno virtual. Permite la comunicación en el mundo virtual, haciendo que el “yo” digital sea un componente activo y perceptible de la experiencia en línea (Farhi, 2024).

La Figura 7 representa visualmente el concepto de avatar como extensión de la identidad en el metaverso. En primer plano, un avatar masculino con visor de realidad virtual simboliza la presencia activa del usuario dentro del entorno digital. En el fondo, se integran una figura femenina, una ciudad estilizada y elementos gráficos como una ficha de identidad y un globo digital, los cuales refuerzan la noción del avatar como vehículo de representación individual. La composición sugiere un entorno tridimensional en el que los avatares cumplen funciones de interacción, participación y expresión, posicionándose como intermediarios entre el usuario y el mundo virtual. Esta representación también apunta a implicaciones más amplias, que incluyen dimensiones jurídicas,

sociales y experienciales, fundamentales para la construcción de identidades y relaciones dentro de los espacios digitales inmersivos.

Figura 7

El avatar como identidad digital en el Metaverso



Nota: Ilustración conceptual de un avatar inmerso en un entorno virtual tridimensional, generada por la IA, representando la identidad digital del usuario dentro del metaverso (Autores, 2025).

3.2. Identidad Digital: De predeterminados a personalización

Los primeros pasos en el diseño de la identidad digital en mundos virtuales a menudo involucraban avatares predefinidos, pero la evolución tecnológica ha permitido una personalización avanzada, donde los usuarios pueden elegir características físicas, vestimenta y rasgos de personalidad (Adams, 2024). Esta flexibilidad es crucial para la autoexpresión en el metaverso (Ko & Kim, 2024).

La identificación con el avatar influye significativamente en el comportamiento del usuario dentro de un juego o experiencia virtual. Estudios han demostrado que si un jugador utiliza un avatar con sobrepeso en primera persona, actuará de una manera que presume que lo haría una persona obesa, incluso si él mismo no lo es (Rall et al., 2024).

La meta de un diseño inclusivo se ve facilitada por la capacidad de los usuarios para crear avatares que reflejen su individualidad y gustos personales. La oferta de indumentaria tradicional y moderna, así como personajes únicos, contribuye a una experiencia más amigable y personalizada (Choi et al., 2022).

En contraste con las limitaciones de personalización en entornos 2D, el metaverso tiene el potencial de eliminar las restricciones en la autoexpresión, permitiendo experiencias de aprendizaje más ricas e interactivas. La libertad para crear y compartir es una característica clave del metaverso (Yıldırım & Keçeci, 2024).

La personalización del avatar no solo es una cuestión estética; es un reflejo de cómo las personas se perciben a sí mismas y desean ser percibidas en el espacio digital. Aunque a menudo se busca una versión idealizada del yo, el avatar generalmente mantiene una aproximación física al ser real del usuario (Adams, 2024).

Para evitar el fenómeno del “valle inquietante” (uncanny valley), donde las representaciones humanas demasiado realistas pero imperfectas pueden causar rechazo, algunas organizaciones optan por diseños con estética mecánica o características caricaturescas (Rall et al., 2024). Esto demuestra la importancia de la estética en la aceptación del avatar (Johri et al., 2024).

La creación de avatares con diversidad cultural es vital para fomentar la identificación de los usuarios y garantizar que la representación sea auténtica para su propio perfil. La posibilidad de elegir entre una gama de personajes multiculturales que varíen en raza, edad, peso y sexo es un factor importante (Rall et al., 2024).

El efecto Proteus ilustra cómo la transformación de la auto-representación digital puede influir en el comportamiento tanto en línea como fuera de línea. Este efecto señala que el avatar no es solo una imagen, sino una extensión del yo que puede moldear las interacciones y percepciones (Ko & Kim, 2024).

La creación de avatares en mundos virtuales es un proceso motivado por la búsqueda de una representación del yo que puede ser una réplica del yo real o la construcción de un nuevo yo. La autonomía en la creación del avatar es un factor central para la experiencia del usuario (Ko & Kim, 2024).

Los avances en IA y visión por computadora son cruciales para la creación de avatares más precisos y realistas, lo que potencia la inmersión del usuario (Randieri, 2023). Estas tecnologías permiten capturar y renderizar detalles

faciales y corporales que elevan la fidelidad de la representación digital (Walcott, 2023).

El metaverso permite a los individuos trascender sus rasgos y condiciones inherentes, elaborando identidades alternativas ricas y variadas para presentarse de diferentes formas y satisfacer diversas necesidades, como la interacción social y la autorrealización (Hatada et al., 2024). La fluidez y plasticidad de la identidad digital promueven la equidad social (Hatada et al., 2024).

3.3. Interacción social por Avatares: Comunicación y comunidad

Las interacciones sociales multisensoriales en tiempo real (RMSI) entre personas son el eje central del metaverso, un nuevo entorno mediado por computadora donde los individuos actúan y se comunican a través de avatares. Estas interacciones buscan superar las limitaciones de las plataformas 2D, ofreciendo una experiencia más inmersiva (Hennig-Thurau et al., 2023).

La presencia social es una ventaja competitiva clave de las RMSI en el metaverso, especialmente cuando se accede mediante cascos de RV. Esta sensación de estar realmente “allí” con otros avatares mejora la calidad de la interacción y la inmersión (Hennig-Thurau et al., 2023).

Los avatares influyen en la colaboración a través de su apariencia física, los gestos realizados, los sonidos emitidos y la dirección de la mirada. Estas características no verbales proporcionan pistas importantes sobre la atención del usuario y su disposición a cooperar (A. Cruz et al., 2021).

El metaverso permite la participación mundial en igualdad de condiciones, sin las restricciones geográficas (Mystakidis, 2022). Esto fomenta nuevas formas de agregación social y la creación de comunidades globales, donde los usuarios pueden interactuar y colaborar más allá de las barreras físicas (Bibri et al., 2022).

La interacción con objetos específicos a través del avatar ofrece indicios sobre qué elementos están destinados a ser utilizados por otras personas en un

proceso colaborativo. La disposición de los objetos en el espacio virtual también comunica su propósito, facilitando la coordinación (A. Cruz et al., 2021).

La colaboración y la interacción en mundos virtuales se ven potenciadas por el uso de avatares que permiten la personalización, gestos y sonidos, lo que contribuye a la comunicación y la conciencia del equipo. El espacio físico virtual, incluido el entorno temático, influye en la actitud de los colaboradores (A. Cruz et al., 2021).

En el contexto de equipos remotos, el metaverso puede simular la colaboración cara a cara, permitiendo la comunicación mediante herramientas de texto y traducción automática de idiomas. Esto facilita la interacción entre equipos multinacionales con miembros que hablan diferentes idiomas (Polyviou & Pappas, 2023).

La integración de la IA en el metaverso permitirá la creación de seres virtuales que actúen de forma independiente de los usuarios o se alineen con ellos, enriqueciendo la interacción social. Estos “seres virtuales” (VBs) podrán simular comportamientos humanos, fomentando una relación bidireccional percibida (Henz, 2022).

La transferencia de artefactos visuales (como objetos, ropa o herramientas) entre avatares, con recursos visuales explícitos, ayuda a definir el equipo y contribuye a la percepción de los roles dentro de la colaboración en grupo. Esto es especialmente relevante en entornos de trabajo virtual (A. Cruz et al., 2021).

El metaverso se presenta como un espacio compartido colectivo que promete revolucionar la colaboración, la comunicación y el acceso a la información a nivel global. Su capacidad para fusionar realidades y ofrecer un sentido de presencia único lo posiciona como la próxima generación de interacciones en línea (M. Cruz & Oliveira, 2024).

3.4. Gestión de identidad: Privacidad y pasaporte digital

La identidad digital en el metaverso es un constructo fundamental, ya que permite a los usuarios establecer y mantener una persona en línea o un avatar

consistente que puede ser utilizado en diversas plataformas y entornos virtuales. Sin una identidad digital confiable e interoperable, la creación de una experiencia de usuario cohesiva sería un desafío (Ruiu et al., 2024).

El Foro Económico Mundial (WEF) enfatiza que la identidad del metaverso es una extensión de la identidad actual, que abarca la representación, los datos y la identificación. Los puntos de datos, mejorados por modelos de IA/ML, describen y generan identidad analizando las interacciones y movimientos del usuario (L. Yang, 2024).

Los datos involucrados en el metaverso pueden ser exhaustivos y detallados, permitiendo la construcción de una copia digital altamente precisa del mundo real, incluyendo un gemelo digital humano de una persona. Las contramedidas de seguridad existentes son a menudo ineficaces y carecen de adaptabilidad a las necesidades específicas del metaverso (Ruiu et al., 2024).

La privacidad y la seguridad son obstáculos importantes para el desarrollo del metaverso (Ruiu et al., 2024). La vasta cantidad de datos generados por los usuarios suscita preocupaciones sobre cómo se utilizará esta información y quién tendrá acceso a ella (Sharma & Sharma, 2024).

La interoperabilidad en el metaverso permitiría a una persona ser reconocida y presentarse como desee, ya que los datos sobre la identidad y los activos digitales del usuario se trasladan entre dominios. Esto, sin embargo, plantea preguntas sobre quién establece las reglas y los estándares para esta portabilidad (McStay, 2023).

El uso de tecnologías de IA para monitorear a los usuarios y hacer inferencias sobre ellos representa una potencial amenaza a la privacidad. Es crucial diseñar esquemas de autenticación que permitan a los usuarios utilizar los servicios del metaverso de forma segura y protegida contra diversas amenazas (Kim et al., 2023).

El robo de avatares, la fuga de identidad y el fraude de activos virtuales son riesgos significativos en el metaverso (Kim et al., 2023). Además, problemáticas como el acoso y el asalto sexual pueden surgir de la manipulación de avatares, requiriendo marcos legales eficientes (Lannier, 2024).

Los sistemas de identificación han pasado de métodos tradicionales a nuevas formas como avatares personalizados, atestaciones biométricas o firmas digitales. Estas tecnologías permiten validar la identidad y gestionar el acceso a entornos o funciones específicas dentro del metaverso (L. Yang, 2024).

Las nuevas relaciones de producción son necesarias para una producción mejorada en el metaverso. Web 3.0 asegura la preservación de la descentralización, la propiedad de los datos y la confianza en sus conexiones de producción a producción (Johri et al., 2024).

La gestión de la información biométrica debe hacerse con sumo cuidado y protección, asegurando que los usuarios mantengan un control completo sobre su información personal. La privacidad es fundamental para la libertad en este nuevo entorno digital (Krauss, 2023).

Las tecnologías emergentes del metaverso, como la RV, aumentada y la IA, transforman radicalmente nuestras percepciones y experiencias con el mundo. A medida que la distinción entre identidades digitales y del mundo real se difumina, comprender esta interacción es primordial (L. Yang, 2024).

La fusión y la expansión de la identidad digital en el metaverso permiten a los individuos remodelar su autoidentidad y trascender limitaciones físicas. La apertura y la inclusividad del metaverso ofrecen a los grupos marginados la oportunidad de romper las barreras de identidad (L. Yang, 2024).

La regulación del metaverso es un tema crucial, y es imperativo que los marcos legales sean tan eficientes en la RV como lo son en el mundo físico. Se recomienda establecer una junta de supervisión eficiente para analizar y discutir el impacto de la tecnología en la psicología humana (Henz, 2022).

La proliferación de tecnologías como el deepfake y las identidades sintéticas plantea riesgos significativos de violaciones de seguridad y privacidad. Es crucial el desarrollo de soluciones tecnológicas robustas para la verificación de identidad y marcos regulatorios claros para los avatares virtuales (L. Yang, 2024).

El concepto de “gobernanza realista virtual” propone que las experiencias en el metaverso deben tratarse como significativas, lo que implica una atención

rigurosa a la protección de datos y la integridad mental de los usuarios. Esto incluye el consentimiento informado sobre el procesamiento de datos (McStay, 2023).

Los tokens vinculados al alma (SBTs) se exploran como una forma de verificar la credibilidad de los estudiantes en entornos de “metauniversidad”, ofreciendo un sistema de identidad digital avanzado. Esto puede mejorar la inclusión y la equidad en los sistemas educativos virtuales (Ruiu et al., 2024).

La creación y gestión de identidades digitales de empresas y clientes en el mundo virtual es impuesta por el uso del metaverso. Esto expone a individuos y organizaciones a riesgos de seguridad y privacidad, lo que requiere una adaptación de las regulaciones existentes (Polyviou & Pappas, 2023).

Para garantizar un metaverso seguro y confiable, se necesita una actuación coordinada que desarrolle soluciones tecnológicas robustas y establezca marcos regulatorios claros que delimiten los límites legales de los avatares virtuales y el contenido digital. Esto es vital para la prevención del uso indebido de identidades (L. Yang, 2024).

La identidad del metaverso no es simplemente una colección de representaciones digitales, datos e IDs, sino un reflejo auténtico de la cognición, la conciencia y las interacciones socioculturales de un individuo. Complementan y dan forma a la subjetividad en la era del metaverso junto con las identidades del mundo real (L. Yang, 2024).

La necesidad de marcos adaptables y receptivos para proteger los derechos de identidad de los usuarios es crucial, al tiempo que se fomenta la expresión diversa y las innovaciones creativas. Esto asegura el crecimiento del metaverso sin regulaciones excesivamente restrictivas (L. Yang, 2024).

La Tabla 5 ofrece una visión estructurada de los principales desafíos relacionados con la gestión de la identidad digital, la privacidad y la gobernanza en el contexto del metaverso. En primer lugar, se analiza la identidad digital como una proyección del yo real en entornos virtuales, subrayando su complejidad y vulnerabilidad. Se abordan riesgos clave como la generación masiva de datos, el monitoreo algorítmico mediante inteligencia artificial, las amenazas a la

privacidad y los peligros asociados al robo de identidad, el acoso digital o la manipulación de perfiles. Además, la tabla examina las implicaciones y soluciones propuestas, incluyendo la necesidad de interoperabilidad entre plataformas, el diseño de marcos regulatorios eficaces, la implementación de mecanismos seguros de autenticación y la construcción de un modelo de gobernanza adaptativa. Finalmente, se señala el impacto potencial de estos desafíos sobre la experiencia del usuario, tanto en términos sociales como personales, dentro de este nuevo entorno digital en expansión.

Tabla 5
Gestión de la identidad digital en el Metaverso

Aspecto central de la identidad digital	Desafíos y riesgos clave	Implicaciones y soluciones propuestas
Naturaleza de la identidad digital	<ul style="list-style-type: none"> • Es una extensión de la identidad actual (representación, datos, identificación). • Datos exhaustivos pueden crear "gemelos digitales humanos". 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamental para una experiencia de usuario (UX) cohesiva e interoperable entre plataformas. • Refleja la cognición y las interacciones socioculturales.
Privacidad y seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Vasta cantidad de datos generados; monitoreo por IA (amenaza). • Ineficacia de contramedidas existentes; robo de avatares, fuga de identidad, fraude de activos, acoso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere esquemas de autenticación seguros. • Necesidad de proteger información biométrica y asegurar control del usuario. • Desarrollar soluciones tecnológicas robustas para verificación.
Interoperabilidad y portabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Desafío: quién establece reglas y estándares para la portabilidad de identidad y activos entre dominios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite reconocimiento y presentación consistente en diversas plataformas. • Web 3.0: promueve descentralización y propiedad de datos para confianza.
Gobernanza y regulación	<ul style="list-style-type: none"> • Proliferación de deepfakes e identidades sintéticas. • Vacíos legales y regulatorios para actividades virtuales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Imperativo establecer marcos legales eficientes y adaptables. • Propuesta de "gobernanza realista virtual" (protección de datos, integridad mental).- Actuación coordinada para soluciones y marcos claros.
Impacto social y personal	<ul style="list-style-type: none"> • Fusión y expansión de la identidad digital; difuminación entre identidades reales y virtuales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite remodelar la autoidentidad y trascender limitaciones físicas. • Ofrece oportunidades para que grupos marginados rompan barreras de identidad.
Mecanismos de autenticación/i identificación	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución de métodos tradicionales a diseños únicos de avatares, atestaciones corporales o firmas virtuales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Validar existencia y otorgar acceso a reinos/actividades específicas. • SBTs (Soul-Bound Tokens) explorados para credibilidad y equidad.

Nota: Resumen de los desafíos, riesgos y soluciones propuestos en torno a la identidad digital, la privacidad y la gobernanza en los entornos del Metaverso (Autores, 2025).

CAPITULO

04

EXPERIENCIAS MEMORABLES



Experiencias memorables

4.1. UX para el Metaverso: Confort, intuitividad y jerarquía

El metaverso, en sus formas más comunes, son mundos virtuales tridimensionales posibilitados por el uso de visores de RV, lo que desconecta al usuario de su entorno real para una inmersión completa. La calidad de la experiencia de usuario (UX) en estas tecnologías es un tema de investigación prioritario, con continuos avances científicos emergiendo en el campo que buscan mejorar la interacción y percepción del entorno (Kara et al., 2023).

La experiencia de usuario (UX) se define como el conjunto de percepciones y respuestas de una persona resultantes del uso o uso anticipado de un producto, sistema o servicio. A diferencia de la interacción humano-computadora (HCI) tradicional, la UX en el metaverso abarca el estado interno del usuario, sus predisposiciones, expectativas, necesidades y motivaciones, señalando la importancia de un enfoque centrado en el individuo (Baker et al., 2023).

Un aspecto fundamental de la UX en el metaverso es la sensación de presencia, donde el usuario percibe que el entorno es real y que sus acciones son responsivas a ese mundo virtual, en contraste con el físico. Esta percepción subjetiva de “estar allí” es influenciada por la capacidad del sistema para generar una experiencia convincente y envolvente, lo que intensifica el compromiso psicológico (M. Cruz et al., 2024).

Un nivel superior de presencia física permite al usuario abstraerse más del entorno real, mientras que la presencia social es el estado psicológico de experimentar a un actor social virtual como real. La auto-presencia, por su parte, es el sentimiento psicológico conectado con un cuerpo virtual, contribuyendo a la sensación de propiedad sobre un avatar y fortaleciendo la inmersión personal (M. Cruz et al., 2024).

El confort del usuario es crucial en la UX inmersiva, especialmente para evitar la ciberenfermedad, que puede manifestarse como mareos, dolores de cabeza o náuseas. Este fenómeno, provocado por la sensación de movimiento en un

usuario estacionario debido a las imágenes visuales cambiantes, es un factor crítico a considerar en el diseño de experiencias de RV (Baker et al., 2023).

Para mitigar la ciberenfermedad, es fundamental considerar la resolución y la frecuencia de actualización de las pantallas, ya que bajas tasas pueden contribuir a sus síntomas. Los cambios bruscos en el punto de vista también pueden inducir malestar, lo que sugiere la necesidad de transiciones suaves y controladas en la experiencia de RV para asegurar la comodidad del usuario (Ahn et al., 2023).

La intuitividad en la navegación es esencial para la UX espacial, donde los usuarios deben moverse por entornos tridimensionales de manera fluida. Un diseño bien concebido minimiza la desorientación y facilita interacciones naturales y cómodas, requiriendo una comprensión profunda de elementos espaciales como la profundidad, el campo de visión y la posición del usuario (Darshan S, 2024).

Las interacciones naturales, como gestos con las manos, comandos de voz y el seguimiento de la mirada, son clave para una experiencia de usuario fluida en el metaverso. A diferencia de las interfaces tradicionales que se basan en clics y pulsaciones de teclas, las interfaces espaciales buscan replicar y responder a comportamientos humanos innatos, fomentando una interacción más orgánica (ProApp - Learn Design, 2023).

La jerarquía de la información en entornos 3D presenta desafíos únicos en comparación con las interfaces 2D tradicionales (Darshan S, 2024). Asegurar que el contenido se presente de manera clara y navegable es un desafío mayor en el diseño 3D que en el 2D, donde las limitaciones de una superficie plana simplifican el diseño (ProApp - Learn Design, 2023).

La conciencia espacial y el posicionamiento del usuario en entornos 3D son factores vitales para una UX efectiva, permitiendo una navegación sin esfuerzo y una orientación clara. Esto incluye directrices sobre movimientos seguros, marcadores de orientación claros y la minimización de la "enfermedad de RV" para proporcionar una experiencia fluida y confortable (Darshan S, 2024).

La retroalimentación o "feedback" es un concepto fundamental en la interacción humano-computadora (HCI) que describe las confirmaciones que un sistema

proporciona al usuario sobre el resultado de sus acciones. Esto ayuda a los usuarios a comprender el estado del sistema después de interactuar con él y a informar futuras interacciones de manera efectiva (Muresan et al., 2023).

En el metaverso, la retroalimentación puede manifestarse a través de señales visuales (como barras de progreso o notificaciones en pantalla), sonidos o vibraciones del controlador. La ausencia de una retroalimentación adecuada puede generar confusión y afectar negativamente la inmersión del usuario, disminuyendo su satisfacción y sentido de control (Baptista Oliveira Souza et al., 2023).

La minimización de la carga cognitiva es un objetivo clave en el diseño de interfaces de RV, buscando que el usuario no se sienta abrumado por la complejidad tecnológica. Al dividir las acciones de aprendizaje en subacciones jerárquicas y secuenciales, se reduce el esfuerzo cognitivo, permitiendo a los usuarios aprender y automatizar tareas de manera más eficiente y con menos frustración (Urech et al., 2024).

La autonomía y el control del usuario son componentes esenciales para una experiencia de juego satisfactoria y motivadora en el metaverso. La capacidad de los jugadores para controlar sus avatares e interactuar libremente con el entorno virtual impulsa el compromiso y la inmersión, aumentando su sentido de participación y propiedad sobre la experiencia (Samarnngoon et al., 2023).

4.2. UI Espacial: Menús, controles y feedback en 3D

La Interfaz de Usuario Espacial (Spatial UI) traslada a los usuarios al reino tridimensional, a diferencia de las interfaces tradicionales que operan en espacios bidimensionales. Ya sea a través de la RV o la RA, estas interfaces buscan replicar o mejorar nuestra interacción natural con el mundo, fusionando lo físico con lo digital para una experiencia integral (ProApp - Learn Design, 2023).

La interacción en las interfaces espaciales difiere significativamente de las UIs tradicionales; en lugar de depender de clics o pulsaciones de teclas, se basa en gestos con las manos, comandos de voz o la dirección sutil de la mirada. Esto

fomenta una experiencia de usuario más intuitiva y natural, buscando eliminar la barrera evidente entre el usuario y el entorno digital (ProApp - Learn Design, 2023).

El diseño de menús y la presentación de información en un entorno 3D requiere una comprensión profunda del espacio y el volumen, más allá de los elementos visuales tradicionales. Los elementos de diseño deben incorporar profundidad, sombra y sonidos asociados para replicar las dinámicas del mundo real, mejorando la tangibilidad y la credibilidad del entorno virtual (ProApp - Learn Design, 2023).

La retroalimentación en la UI espacial se extiende más allá de lo visual para incluir lo auditivo y lo háptico, enriqueciendo la experiencia del usuario de manera multimodal (Campos et al., 2025). Esta multimodalidad permite al usuario comprender el resultado de sus interacciones de manera más completa, proporcionando una inmersión más profunda y una mayor satisfacción (Kudry & Cohen, 2023).

Los mecanismos de force-feedback en interfaces hápticas ofrecen una sensación realista de la presencia y masa de los objetos virtuales, mejorando la inmersión al replicar el contacto físico. Estos dispositivos, integrados con visores de RV, permiten a los usuarios manipular formas virtuales con una retroalimentación física precisa, intensificando la sensación de interactuar con objetos reales (Kudry & Cohen, 2023).

Los desafíos en el diseño de UI para entornos inmersivos incluyen evitar la sobrecarga visual y el desorden, así como asegurar que los elementos interactivos sean fácilmente descubribles para el usuario. La complejidad de la interacción en la RV, que puede implicar múltiples movimientos del avatar y objetos virtuales, requiere soluciones de diseño innovadoras y eficientes (Muresan et al., 2023).

Para abordar estos desafíos, se pueden emplear conceptos como feedforward y signifiers (indicadores) que anticipan las posibilidades de interacción. El feedforward muestra una vista previa de las acciones y resultados disponibles, mientras que los signifiers comunican de manera explícita las posibilidades de

interacción, guiando al usuario de forma intuitiva y reduciendo la incertidumbre (Muresan et al., 2023).

Los dispositivos portátiles como los visores de realidad virtual (HMDs) y las gafas inteligentes son interfaces prevalentes en la UI espacial debido a sus capacidades avanzadas y su portabilidad. Estos dispositivos permiten la manipulación directa de hologramas y objetos 3D virtuales, ofreciendo experiencias inmersivas e intuitivas al usuario, trascendiendo las limitaciones de las pantallas convencionales (Campos et al., 2025).

Las interfaces basadas en gestos ofrecen una interacción intuitiva y cómoda, permitiendo una manipulación tridimensional del contenido sin necesidad de controladores físicos (Laine & Suk, 2024). Sin embargo, la falta de retroalimentación háptica y la menor precisión en comparación con los controladores pueden ser desventajas que impactan la fiabilidad de la interacción para ciertas tareas complejas (Urech et al., 2024).

Los enfoques híbridos, que combinan el uso de controladores con gestos, pueden ser óptimos para tareas que requieren precisión y estabilidad, mientras que los gestos se utilizan para movimientos más flexibles y naturales. Esto permite aprovechar lo mejor de ambos mundos, optimizando la experiencia de usuario en la interacción con el entorno virtual y adaptándose a diversas necesidades (Urech et al., 2024).

El diseño centrado en el usuario es primordial en el desarrollo de la UI espacial, enfatizando la libertad de movimiento y un diseño de interacción personalizado (Campos et al., 2025). Este enfoque garantiza que la interfaz se adapte a las necesidades y comportamientos naturales de los usuarios, fomentando un engagement más profundo y una experiencia satisfactoria y significativa (ProApp - Learn Design, 2023).

4.3. World-Building Esencial

El metaverso es un mundo virtual tridimensional que permite a los usuarios interactuar con objetos y con el propio mundo a través de avatares (Cruz Vázquez et al., 2022). Se caracteriza por ser un entorno persistente,

multiusuario, inmersivo y que fomenta las actividades generadas por los usuarios, ofreciendo un espacio dinámico y en constante evolución (Papadopoulos et al., 2025).

La creación de entornos virtuales inmersivos, como los del metaverso, se facilita enormemente con motores gráficos como Unity y Unreal Engine. Estos motores, inicialmente diseñados para videojuegos, han evolucionado para permitir el desarrollo de mundos interactivos dinámicos y realistas, proporcionando herramientas robustas para la construcción de experiencias virtuales complejas (Ruiu et al., 2024).

4.3.1. Narrativa ambiental: Cómo el entorno cuenta una historia

La narrativa ambiental es un elemento crucial en la construcción de mundos virtuales, ya que el entorno en sí mismo puede contar una historia y guiar la experiencia del usuario. Los elementos visuales y auditivos de un espacio virtual pueden evocar emociones y transmitir significados, guiando al usuario a través de una experiencia narrativa inmersiva y coherente (McCall et al., 2022).

Un diseño eficaz de la narrativa ambiental implica la progresión de escenas y arcos narrativos que se desarrollan a medida que el usuario explora el mundo. Esta técnica, común en los juegos de terror, utiliza la arquitectura espacial para construir la historia, con habitaciones que varían en el nivel de amenaza o interés para crear una experiencia dinámica (McCall et al., 2022).

La integración de la narrativa con elementos interactivos permite que las acciones del usuario influyan en el desarrollo de la historia, haciendo que la experiencia sea más personal y atractiva. El contenido digital, como textos, audios e imágenes, puede superponerse en la pantalla en ubicaciones preestablecidas o momentos designados, enriqueciendo la presentación narrativa y proporcionando contexto (Mitsuhara, 2024).

En entornos educativos, las narrativas de RV, incluso si son ficticias, pueden presentar hechos de forma realista, como en simulaciones médicas o históricas, fomentando un aprendizaje experiencial. La autenticidad de la narración es fundamental para fomentar el interés y la motivación de los usuarios,

especialmente cuando se busca conectar las acciones virtuales con decisiones de la vida real (Rall et al., 2024).

Las narrativas semiestructuradas, aunque dan la impresión de descubrimiento autoguiado, permiten al usuario encontrar información relevante al interactuar con elementos específicos del entorno. Esto es vital para guiar al usuario hacia resultados deseados o para la educación, balanceando la exploración libre con la entrega de contenido y asegurando los objetivos de aprendizaje (Rall et al., 2024).

4.3.2. Atmósfera y estética: Coherencia visual y emocional del mundo

La atmósfera y estética de un mundo virtual son cruciales para evocar respuestas emocionales y crear un sentido de presencia, elementos que impactan directamente en la actitud del usuario. Factores como la luz, el sonido, los efectos visuales y el diseño general influyen en el compromiso y la inmersión del usuario, haciendo la experiencia más memorable (A. Cruz et al., 2021).

La coherencia en el diseño del mundo es fundamental para crear un entorno ficticio realista; si los detalles del mundo no son plausibles, factibles o están llenos de contradicciones, el entorno puede parecer aleatorio e inconexo, impidiendo la inmersión conceptual (Rall et al., 2024). Un diseño estético y agradable visualmente es esencial para la experiencia de usuario, aumentando el disfrute y la satisfacción (Laine & Suk, 2024).

El impacto del estilo visual, ya sea fotorrealista o estilizado, es significativo en la percepción de la realidad del entorno virtual. Aunque el fotorrealismo puede simular mejor la realidad, un estilo estilizado puede mantener al usuario consciente de la artificialidad del entorno, fomentando una distancia crítica y evitando la manipulación (Rall et al., 2024).

El contenido dinámico, en contraste con el estático, puede aumentar significativamente la participación y el compromiso del usuario en entornos de RV. Experimentos han demostrado que las condiciones dinámicas, como sistemas de partículas animadas y fractales, son percibidas como más

envolventes y con una mayor sensación de presencia y participación (Dastan et al., 2024).

La inteligencia emocional, a través del diseño de elementos de juego basados en las respuestas emocionales de los usuarios, puede crear experiencias más personalizadas y atractivas. Esto permite adaptar la dificultad del juego, los personajes y las historias dinámicamente, enriqueciendo la inmersión y manteniendo la motivación del usuario (Pervez et al., 2024).

Los paisajes sonoros o soundscapes son un componente esencial de la estética de un mundo virtual, contribuyendo en gran medida a la experiencia inmersiva general. La calidad del audio, junto con las interacciones visuales, es fundamental para transmitir la sensación de profundidad y realismo en los entornos virtuales, haciendo la experiencia más creíble (Johri et al., 2024).

4.3.3. Diseño de niveles: Flujo y orientación

El diseño de niveles en mundos virtuales debe facilitar la navegación y la exploración de los usuarios en espacios tridimensionales, asegurando un movimiento fluido y sin obstáculos. Es crucial proporcionar una estructura que guíe el flujo del usuario mientras permite la autonomía y el descubrimiento, optimizando la interacción con el entorno (Darshan S, 2024).

Para orientar la atención del usuario en entornos 3D, se pueden emplear técnicas de guía visual, como la superposición de contenido digital o la emisión de estímulos auditivos, para dirigir el foco hacia puntos de interés. Esto ayuda a mitigar el problema de “fuera de vista”, donde los objetos importantes pueden quedar fuera del campo visual del usuario, impactando su cognición espacial (Harada & Ohyama, 2022).

Las habilidades de movimiento, como caminar, correr, volar o teletransportarse, son fundamentales para la interacción del usuario en los mundos virtuales, proporcionando una sensación de agencia y control. La formación en estas habilidades es una parte inicial crucial de la experiencia de usuario para garantizar una navegación fluida y satisfactoria (Badilla-Quintana & Sandoval-Henríquez, 2021).

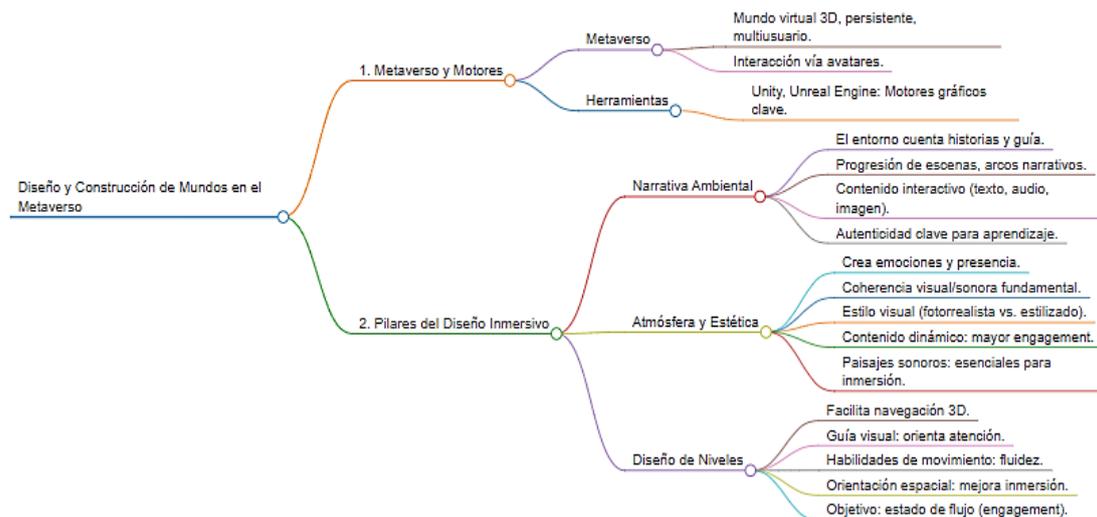
La orientación espacial es un factor importante que contribuye a la inmersión y la presencia del usuario en los entornos virtuales, ayudando a los usuarios a construir un mapa mental del espacio. Un diseño de niveles que considere la disposición espacial de los objetos y la facilidad de “wayfinding” (encontrar el camino) mejora la comprensión del entorno por parte del usuario y reduce la desorientación (Singla et al., 2023).

El estado de flujo, caracterizado por la completa ocupación e inmersión del usuario en una actividad, es un objetivo deseado en el diseño de mundos virtuales para maximizar el engagement. Este estado psicológico, donde la percepción del tiempo se transforma y otras necesidades se desatienden, es intrínseco a una experiencia inmersiva profunda y gratificante (Cartlidge, 2024).

Uno de los desafíos en el diseño de contenido de 360 grados es el problema de “fuera de vista” (out-of-view), que afecta la cognición espacial del usuario sobre los objetos circundantes y la capacidad de procesar toda la información. A diferencia del contenido 2D, los eventos visuales en 3D se presentan omnidireccionalmente, lo que dificulta al usuario ver la información necesaria y puede generar frustración (Harada & Ohyama, 2022).

La Figura 8 presenta un mapa conceptual que resume los componentes esenciales para el diseño y la construcción de mundos en el metaverso. El esquema se organiza en dos ramas principales. La primera, titulada Metaverso y sus Herramientas, define este entorno como un mundo virtual tridimensional, persistente y multiusuario, donde la interacción se produce mediante avatares. En esta sección se destacan herramientas clave como los motores gráficos Unity y Unreal Engine, fundamentales para el desarrollo técnico y visual de estos espacios. La segunda rama, denominada Pilares del Diseño Inmersivo, se subdivide en tres elementos centrales: la Narrativa Ambiental, que considera al entorno como un medio para contar historias y transmitir significado; la Atmósfera y Estética, vital para generar emociones, sensación de presencia y coherencia audiovisual; y el Diseño de Niveles, orientado a optimizar la navegación, facilitar la orientación espacial y promover el engagement del usuario. En conjunto, estos elementos conforman una base conceptual para la creación de experiencias virtuales ricas, envolventes y funcionales.

Figura 8
Diseño y construcción de mundos en el Metaverso



Nota: Mapa conceptual que resume los elementos clave para el diseño y la construcción de mundos inmersivos en el Metaverso (Autores, 2025).

4.4. Sonido inmersivo: Audio espacial y música

La calidad del audio es un componente esencial para la experiencia general del metaverso, especialmente en casos de uso donde el sonido es significativo y no solo música de fondo genérica. Para una inmersión completa, el audio debe ser más que un mero acompañamiento de la visualización 3D, contribuyendo activamente a la atmósfera y la narrativa (Kara et al., 2023).

El audio espacial es crucial para permitir al usuario percibir la distancia y dirección del sonido, contribuyendo a la sensación de “estar realmente allí” al replicar las propiedades acústicas del mundo real (Krauss, 2023). Los paisajes sonoros creados con audio 3D, espacial o binaural mejoran enormemente la experiencia inmersiva en RA y RV, aumentando la credibilidad del entorno (Johri et al., 2024).

El sonido es una herramienta eficaz para capturar y focalizar el interés de un gran número de individuos, debido a su potencial para una amplia difusión en el espacio, atrayendo la atención del usuario de manera sutil pero efectiva. Esto resalta su importancia en el diseño de experiencias inmersivas, donde el objetivo es involucrar completamente al usuario a nivel sensorial (Johri et al., 2024).

Los paisajes sonoros realistas y el audio ambiental son vitales para la credibilidad del entorno virtual y para sumergir al usuario en la atmósfera deseada. Los sonidos naturales como el agua, el viento o los insectos, pueden contribuir a la relajación y al compromiso del usuario, enriqueciendo la inmersión multisensorial y la sensación de presencia (Laine & Suk, 2024).

El audio puede desempeñar un papel significativo en la evocación de emociones y la creación de una atmósfera específica, como la tensión o el miedo, en entornos virtuales. Los eventos de audio discretos y el audio ambiental pueden aludir a la actividad de un agente invisible, aumentando la sensación de amenaza y la inmersión dramática (McCall et al., 2022).

La integración del audio con la retroalimentación visual y háptica crea una experiencia multisensorial más rica y coherente, activando múltiples sentidos del usuario. En particular, las señales de audio espacializadas que indican el toque de un objeto virtual se complementan con la respuesta mecánica háptica, mejorando la sensación de presencia y realismo (Kudry & Cohen, 2023).

La implementación de audio en realidad aumentada/mixta enfrenta desafíos, como la gestión de la latencia, que incluye la rapidez del seguimiento de la cabeza y las limitaciones del hardware. Asegurar una latencia aceptable en la renderización del sonido virtual es crucial para mantener la coherencia y la inmersión, evitando desincronizaciones que rompan la presencia (Fadhel et al., 2024).

El audio potencia significativamente las aplicaciones del metaverso de campo de luz, siendo de gran beneficio en la mayoría de los casos, aunque no sea estrictamente esencial para exhibiciones de patrimonio cultural. Su relevancia se extiende a ámbitos como los juegos, la educación y las simulaciones de entrenamiento (Kara et al., 2023).

4.5. Diseñando para todos: Accesibilidad e inclusión

El diseño inclusivo y la accesibilidad deben ser consideraciones fundamentales desde las primeras etapas del desarrollo del metaverso, garantizando que la experiencia sea equitativa para todos (Pervez et al., 2024). Un metaverso

verdaderamente inclusivo debe estar abierto a usuarios de diversas habilidades y antecedentes, asegurando que la tecnología no se convierta en una barrera de entrada (Ruiu et al., 2024; Samarngoon et al., 2023).

Es esencial adaptar el diseño a los diferentes grupos de edad y niveles de experiencia previa con la RV, reconociendo que los usuarios pueden tener diferentes conocimientos previos. Los sistemas deben ser lo suficientemente intuitivos para usuarios novatos, pero también ofrecer profundidad y complejidad para los más experimentados (Urech et al., 2024).

La alta inversión y los costos de los dispositivos interactivos presentan un desafío significativo para la adopción masiva y la prevención de la exclusión digital (Fadhel et al., 2024). Un diseño que priorice la eficiencia de costos y la accesibilidad de hardware es crucial para un metaverso que aspire a ser universal y ampliamente accesible para todos (Boopathy et al., 2025).

La inclusión puede manifestarse en el diseño de avatares que permitan una personalización detallada para reflejar la identidad de los usuarios, incluyendo opciones para personas con discapacidad auditiva, como avatares que imiten el lenguaje de señas (Pervez et al., 2024). Esto fomenta la auto-identificación y la conexión emocional, permitiendo que cada usuario se sienta representado y aceptado (Samarngoon et al., 2023).

Un enfoque de diseño centrado en el usuario, que se adapte a las necesidades emocionales de los estudiantes, puede fomentar una experiencia de aprendizaje más atractiva y efectiva en el metaverso educativo. Este ajuste, guiado por las señales emocionales, puede cerrar la brecha entre la educación presencial y el universo digital inmersivo, haciendo el aprendizaje más empático y matizado (Pervez et al., 2024).

Las implicaciones sociales y éticas son profundas, incluyendo la seguridad de los datos, la privacidad y la protección de los usuarios, especialmente en el contexto de la identidad digital y el comportamiento social dentro de entornos virtuales (Bernaschina, 2023). Es fundamental establecer marcos de gobernanza y reglas claras para asegurar un entorno seguro y equitativo (Singla et al., 2023).

La exposición prolongada a entornos virtuales puede tener consecuencias psicológicas negativas, como el estrés, la adicción y la dificultad para distinguir entre lo tangible y lo virtual (Johri et al., 2024). El diseño debe considerar estos riesgos para el bienestar, buscando un equilibrio entre la inmersión y la salud mental del usuario (Henz, 2022).

La personalización no solo mejora el engagement y la satisfacción del usuario, sino que también permite que los entornos se adapten a las preferencias únicas de los individuos, creando una experiencia más íntima. Al ofrecer opciones de personalización para interfaces, avatares y entornos, se cultiva un sentido de pertenencia y conexión emocional, clave para la retención (Darshan S, 2024).

Las implicaciones éticas del diseño inmersivo son significativas, especialmente cuando la RV experiencial puede influir en las percepciones o incluso manipular al usuario a través de narrativas sesgadas o desinformación. Es crucial que los creadores demuestren la veracidad de los hechos subyacentes para evitar un comportamiento erróneo en la vida real y proteger al usuario de contenidos perniciosos (Rall et al., 2024).

CAPITULO

05

**HERRAMIENTAS DEL
CARTÓGRAFO DIGITAL:
SOFTWARE Y
PLATAFORMAS**



Herramientas del Cartógrafo Digital: Software y plataformas

5.1. Motores de juego: Lienzos digitales avanzados

Los motores de juego, como Unity y Unreal Engine, se han consolidado como herramientas esenciales para la concepción y materialización de mundos virtuales interactivos (Ruiu et al., 2024). Originalmente diseñados para el desarrollo de videojuegos, su evolución los ha transformado en “lienzos digitales” versátiles, capaces de dar vida a experiencias inmersivas que trascienden el entretenimiento, abarcando desde simulaciones industriales hasta entornos educativos (Bhattacharya et al., 2023; Boopathy et al., 2025).

Estos motores ofrecen un control exhaustivo sobre la creación, permitiendo a los desarrolladores construir universos 3D complejos y dinámicos. Su infraestructura robusta facilita la integración de componentes gráficos avanzados y la gestión de interacciones complejas, posicionándolos como el fundamento para la próxima generación de experiencias digitales.

Unity se distingue por su interfaz intuitiva y su accesibilidad, lo que lo convierte en una opción idónea tanto para desarrolladores novatos como para equipos experimentados en la creación de mundos virtuales (Red Apple Technologies, 2025). Ofrece un ecosistema integral que simplifica el proceso de desarrollo, permitiendo a los usuarios construir y personalizar entornos con relativa facilidad (Bansal et al., 2022).

Asimismo, su capacidad de desarrollo multiplataforma facilita la implementación de experiencias en diversos dispositivos, desde entornos web (WebGL) hasta gafas de RV y RA (Samarngoon et al., 2023; Yelzkiz, 2025). Además, su extenso Asset Store proporciona una vasta biblioteca de recursos prefabricados, acelerando significativamente los tiempos de producción y ampliando las posibilidades creativas de los “cartógrafos digitales” (Red Apple Technologies, 2025).

Por otro lado, Unreal Engine se erige como una potencia en la generación de gráficos de alta fidelidad y experiencias fotorrealistas, siendo la elección preferida para proyectos que demandan un nivel cinematográfico de detalle (Bhattacharya et al., 2023; Yelzkiz, 2025). Su arquitectura avanzada y sus herramientas integradas, como el sistema de Blueprint Visual Scripting, permiten a los creadores desarrollar lógicas de juego y funcionalidades complejas sin la necesidad de escribir código exhaustivo en C++ (Yelzkiz, 2025).

En consecuencia, esto lo posiciona como una herramienta robusta para la construcción de mundos persistentes y detallados, particularmente en aplicaciones de alta gama como simuladores o gemelos digitales (Kaarlela et al., 2023; Q. Yang et al., 2022). Su enfoque en la optimización para hardware de alto rendimiento asegura una experiencia visualmente impactante y fluida (Yelzkiz, 2025).

La funcionalidad inherente de estos motores de juego va más allá de la mera representación visual, abarcando la capacidad de integrar interacciones complejas y comportamientos dinámicos dentro de los entornos virtuales (Crespo-Pereira et al., 2023). Permiten la creación de objetos manipulables, la implementación de físicas realistas y el diseño de sistemas interactivos que responden a las acciones del usuario (Acheampong et al., 2025).

Esta capacidad de programar y controlar el comportamiento de los elementos en el mundo digital es crucial para construir experiencias verdaderamente inmersivas y significativas (Hoffmann, 2022). Ya sea a través de scripts detallados o herramientas visuales, los motores proporcionan el marco para que los creadores definan las reglas y dinámicas que rigen sus universos virtuales, facilitando una inmersión profunda (Jovanović & Milosavljević, 2022).

5.2. Plataformas de metaverso con herramientas "Creator-Friendly"

Las plataformas de metaverso con herramientas "Creator-Friendly" están democratizando el acceso a la creación de contenido, permitiendo que usuarios sin conocimientos avanzados de programación o diseño 3D construyan sus

propios espacios y experiencias (Samarngoon et al., 2023; Shepherd, 2024). Estas plataformas priorizan las opciones no-code/low-code, facilitando la materialización de ideas de manera intuitiva y accesible (Vertakova & Shkarupeta, 2025).

Al reducir la barrera técnica, fomentan la generación de contenido por parte del usuario (UGC, por sus siglas en inglés), el cual es un pilar fundamental de la economía del metaverso (Samarngoon et al., 2023; Truong et al., 2023). En consecuencia, este enfoque no solo acelera la expansión de los mundos virtuales, sino que también empodera a una comunidad diversa de “cartógrafos digitales” para dar forma al futuro de las interacciones en línea (Machinations Metaverse, 2025).

Roblox es un ejemplo paradigmático de plataforma de contenido generado por el usuario, donde millones de personas crean y juegan experiencias diversas (FINPR Agency FZCO, 2025). Su éxito radica en su enfoque en la accesibilidad para los creadores, ofreciendo herramientas de desarrollo que permiten diseñar juegos y objetos 3D sin necesidad de conocimientos de codificación compleja (Huynh-The et al., 2023; Shepherd, 2024).

Además, la plataforma utiliza su moneda interna, Robux, para facilitar una economía robusta en la que los creadores pueden monetizar sus producciones (FINPR Agency FZCO, 2025). De este modo, esto ha consolidado a Roblox como un "laboratorio" de creatividad masiva, siendo especialmente popular entre el público más joven, quienes invierten un tiempo considerable en crear y explorar sus mundos (Choi et al., 2022; Du et al., 2021).

Decentraland se distingue por ser una plataforma de RV descentralizada, construida sobre la blockchain de Ethereum, que permite a los usuarios crear, experimentar y monetizar contenido y aplicaciones (Bonenkamp, 2025). Su enfoque principal es la propiedad de la tierra virtual, representada por tokens ERC-721 (LAND) (Truong et al., 2023).

Por otra parte, la plataforma ofrece una herramienta de "Builder" que permite a los usuarios arrastrar y soltar objetos y escenas sin necesidad de codificación, lo que facilita la construcción de entornos interactivos (Q. Yang et al., 2022). Esta característica la hace muy accesible para aquellos interesados en el diseño de

espacios virtuales y la participación en una economía digital basada en la propiedad de activos (Singla et al., 2023).

The Sandbox es otra destacada plataforma web3 que permite a los usuarios crear, poseer y monetizar activos digitales, principalmente a través de juegos y entretenimiento (FINPR Agency FZCO, 2025). Utiliza la tecnología voxel, similar a Minecraft, para que los usuarios puedan construir objetos 3D (Avatars, Equipos, Decoraciones) utilizando su herramienta VoxEdit, y experiencias interactivas con Game Maker (FINPR Agency FZCO, 2025; Huynh-The et al., 2023).

La plataforma está impulsada por su token nativo, SAND, el cual se utiliza para comprar y vender activos digitales dentro de su metaverso (Jacobides et al., 2024). Así mismo, su modelo play-to-earn incentiva a los jugadores a crear contenido y participar activamente en la economía virtual (FINPR Agency FZCO, 2025).

Más allá de las plataformas tradicionales de juegos, emergen soluciones como Microsoft Mesh y Horizon Workrooms, que se centran en la colaboración y el trabajo remoto en entornos virtuales (Buchholz et al., 2022; FINPR Agency FZCO, 2025). Estas plataformas están diseñadas para facilitar reuniones y actividades profesionales en espacios 3D con avatares, permitiendo la interacción con contenido digital y herramientas de productividad (Buchholz et al., 2022).

Específicamente, mientras que Horizon Workrooms ofrece un entorno de sala de reuniones de RV específicamente para la colaboración virtual, Microsoft Mesh busca proporcionar una plataforma de RM que permita a usuarios remotos reunirse y colaborar en una sala de RM, con funciones de dibujo en pizarras virtuales o uso de mesas reales como superficies de dibujo digitales (Buchholz et al., 2022; Lee, 2022). Estas herramientas son, por ende, ejemplos de enfoques low-code para crear espacios funcionales que mejoran la interacción social y profesional en el metaverso (Fadhel et al., 2024).

Además, Unreal Editor para Fortnite (UEFN) representa una evolución significativa en las herramientas creator-friendly, ya que permite a los usuarios de Fortnite, una de las plataformas de juegos más grandes del mundo, crear

experiencias avanzadas con la potencia del Unreal Engine (Fadhel et al., 2024; Huynh-The et al., 2023). Aunque Fortnite es un juego, UEFN transforma su ecosistema en un lienzo para la creación de contenido sofisticado, integrando la capacidad de construcción de mundos y lógicas de juego complejas (Hennig-Thurau et al., 2023; Q. Yang et al., 2022).

Esto, finalmente, abre la puerta a que una audiencia masiva experimente y contribuya a la construcción de mundos virtuales con una fidelidad gráfica y una profundidad de jugabilidad superiores, acercando las capacidades de desarrollo profesional a una base de usuarios más amplia (Bhattacharya et al., 2023).

La Tabla 6 ofrece un análisis sintético de diversas plataformas del Metaverso que se destacan por su enfoque “creator-friendly”, considerado un elemento fundamental en la democratización de la creación de contenido digital. La información se organiza de manera estructurada, resaltando las características diferenciadoras de cada plataforma, las tecnologías y herramientas clave que utilizan, así como sus respectivos modelos de creación y generación de valor. El análisis incluye plataformas paradigmáticas como Roblox, Decentraland y The Sandbox, así como soluciones orientadas a la colaboración, tales como Microsoft Mesh y Horizon Workrooms, e innovaciones relevantes como Unreal Editor for Fortnite (UEFN).

Tabla 6
Plataformas de Metaverso con herramientas "Creator-Friendly"

Plataforma / solución	Características distintivas	Tecnologías y herramientas destacadas	Modelo de creación y valor
Roblox	Plataforma UGC líder con millones de experiencias; popular entre audiencias jóvenes.	Herramientas de desarrollo que no requieren codificación para diseño de objetos 3D.	de Economía interna robusta con moneda (Robux) que permite la monetización de creaciones; "laboratorio" de creatividad masiva.
Decentraland	Plataforma de realidad virtual descentralizada; énfasis en la propiedad de la tierra virtual (LAND).	Construida sobre blockchain de Ethereum (LAND como ERC-721); herramienta "Builder" de arrastrar y soltar (no-code).	Permite a los usuarios crear, experimentar y monetizar contenido y aplicaciones; economía digital basada en la propiedad de activos.
The Sandbox	Destacada plataforma Web3 para crear, poseer y monetizar activos digitales; orientada a juegos y entretenimiento.	Tecnología voxel para construcción de objetos 3D (Avatares, Equipos); herramientas VoxEdit y Game Maker para creación y participación.	Token nativo (SAND) para transacciones internas; modelo "play-to-earn" que incentiva la creación y participación activa.

Microsoft Mesh y Horizon Workrooms	Soluciones enfocadas en colaboración y trabajo remoto en entornos virtuales 3D; mejoran la productividad.	Enfoques low-code; Diseñadas para facilitar reuniones y actividades (RV para reuniones y actividades profesionales); Mesh (RM profesionales; mejoran la interacción social y funciones avanzadas como dibujo en superficies reales).
Unreal Editor para (UEFN)	Evolución significativa de herramientas creator-friendly; permite creación avanzada dentro de Fortnite.	Utiliza la potencia del Unreal Engine; de desarrollo profesional a una audiencia masiva; para contenido sofisticado y lógicas complejas. Acerca las capacidades de desarrollo a una audiencia masiva; fomenta la contribución a mundos con alta fidelidad gráfica.

Nota: Resumen de las principales plataformas del Metaverso que ofrecen herramientas accesibles para la creación de contenido por parte del usuario (Autores, 2025).

5.3. Nociones de assets 3D

Los activos 3D (3D assets) son los bloques de construcción fundamentales de cualquier entorno virtual, incluyendo los mundos del metaverso (Bhattacharya et al., 2023). Se refieren a cualquier objeto tridimensional que se incorpora a un espacio digital, como modelos de personajes (avatares), edificios, vehículos, mobiliario, paisajes, y elementos interactivos (Acheampong et al., 2025; Crespo-Pereira et al., 2023).

Dichos activos pueden incluir geometría (la forma del objeto), texturas (la apariencia de su superficie) y animaciones (el movimiento), los cuales, en conjunto definen su representación y comportamiento en el mundo virtual (Ahn et al., 2023; Jovanović & Milosavljević, 2022). La calidad y variedad de los activos 3D son, por consiguiente, cruciales para crear experiencias inmersivas y realistas que cautiven a los usuarios, influyendo directamente en la percepción de autenticidad del entorno (Boopathy et al., 2025; M. Cruz & Oliveira, 2024).

La adquisición de activos 3D preexistentes es una práctica común para acelerar el desarrollo y enriquecer los mundos virtuales (Red Apple Technologies, 2025). Los creadores pueden obtener estos recursos de diversas fuentes, siendo las tiendas de activos (Asset Stores) integradas en motores de juego como Unity Asset Store y Unreal Marketplace, los principales mercados (Red Apple Technologies, 2025; Yelzkiz, 2025).

Estas plataformas ofrecen una amplia gama de modelos, animaciones y texturas, tanto gratuitas como de pago, desarrolladas por terceros (Red Apple Technologies, 2025). Adicionalmente, existen bibliotecas de modelos 3D en línea que permiten descargar activos con diferentes licencias, facilitando así a los “cartógrafos digitales” el acceso a recursos de alta calidad sin necesidad de crearlos desde cero (Acheampong et al., 2025).

Para aquellos con una visión más específica o el deseo de originalidad, la creación de activos 3D desde cero es el camino (Q. Yang et al., 2022). Este proceso se logra mediante software de modelado 3D especializado como Blender, Autodesk 3ds Max o Maya (Choi et al., 2022; Rodríguez-Flórida et al., 2024). Dichos programas permiten esculpir, modelar y texturizar objetos complejos con gran detalle, dando forma a la visión del creador.

Otra técnica relevante es la fotogrametría, que consiste en crear modelos 3D a partir de fotografías de objetos reales, capturando su apariencia con alta precisión (Jovanović & Milosavljević, 2022). Más recientemente, la inteligencia artificial generativa ha emergido como una prometedora vía para la creación rápida y escalable de activos 3D, automatizando partes del proceso de diseño (Vertakova & Shkarupeta, 2025).

La proliferación de contenido generado por el usuario (UGC) en plataformas como Roblox y Decentraland demuestra la importancia de los activos 3D creados por la comunidad (FINPR Agency FZCO, 2025; Truong et al., 2023). Los usuarios pueden diseñar y compartir sus propios objetos, ropa para avatares y elementos interactivos, que luego pueden ser utilizados o comercializados dentro del metaverso (Shepherd, 2024; Truong et al., 2023).

Este enfoque no solo enriquece la diversidad de los mundos virtuales, sino que también fomenta la economía creativa digital, donde los creadores pueden monetizar sus obras (Shepherd, 2024; Q. Yang et al., 2022). La integración de Tokens No Fungibles (NFTs) ha potenciado esta tendencia, permitiendo la propiedad verificable y la escasez digital de los activos, otorgando a los creadores una verdadera titularidad sobre sus creaciones (FINPR Agency FZCO, 2025; Truong et al., 2023).

5.4. El flujo de trabajo del creador: De la idea al prototipo y la iteración

El proceso de dar vida a un mundo virtual en el metaverso comienza con la fase de concepción o ideación (Truong et al., 2023). En esta etapa inicial, el “cartógrafo digital” define la visión central y los objetivos de la experiencia: ¿Qué tipo de mundo se desea crear? ¿Cuál es su propósito (educación, entretenimiento, trabajo)? ¿Quién es el público objetivo? (Samarngoon et al., 2023; Zarraonandia et al., 2022).

Asimismo, se delinearán las características clave, el tema general y la narrativa o las interacciones principales que los usuarios experimentarán (Cartlidge, 2024; Mørch et al., 2024; Zarraonandia et al., 2022). Esta fase es crucial para establecer una dirección clara y un marco conceptual antes de invertir tiempo y recursos en el desarrollo técnico, sirviendo como una guía fundamental (Zarraonandia et al., 2022).

Tras la concepción, se procede a la fase de diseño, donde las ideas abstractas se traducen en planes concretos (Zarraonandia et al., 2022). Esto implica el diseño espacial del mundo, la disposición de los elementos y la arquitectura del entorno virtual (López Solórzano et al., 2024). Se definen las mecánicas de interacción, es decir, cómo los usuarios se moverán, manipularán objetos y se comunicarán dentro del espacio (Muresan et al., 2023).

El diseño de la interfaz de usuario (UI) y la experiencia de usuario (UX) es fundamental para asegurar que la interacción sea intuitiva y atractiva, teniendo en cuenta aspectos como la navegación y la retroalimentación (Baptista Oliveira Souza et al., 2023). En resumen, este proceso abarca tanto la definición conceptual de los elementos como su representación técnica para la implementación (Samarngoon et al., 2023; Zarraonandia et al., 2022).

Con el diseño en mano, se pasa a la fase de prototipado e implementación (Zarraonandia et al., 2022). Aquí, el creador comienza a construir una versión funcional (prototipo) del mundo virtual, utilizando los motores de juego o plataformas creator-friendly seleccionadas (Acheampong et al., 2025; Jovanović & Milosavljević, 2022). Durante esta etapa, se integran los activos 3D (modelos,

texturas, animaciones) y se implementan las lógicas de interacción definidas en la fase de diseño.

Cabe destacar que, esta etapa es altamente iterativa, donde pequeñas secciones del mundo se construyen y prueban continuamente. El objetivo no es la perfección inicial, sino la creación rápida de versiones funcionales que permitan visualizar y experimentar las interacciones propuestas (Zarraonandia et al., 2022).

La prueba y la iteración son componentes vitales del flujo de trabajo (Samarngoon et al., 2023). Una vez que se tiene un prototipo funcional, se somete a pruebas exhaustivas, a menudo con usuarios reales, para recopilar feedback sobre la usabilidad y la experiencia general (Ahn et al., 2023). Se evalúa si el mundo virtual es intuitivo, inmersivo y cumple con los objetivos establecidos (M. Cruz & Oliveira, 2024).

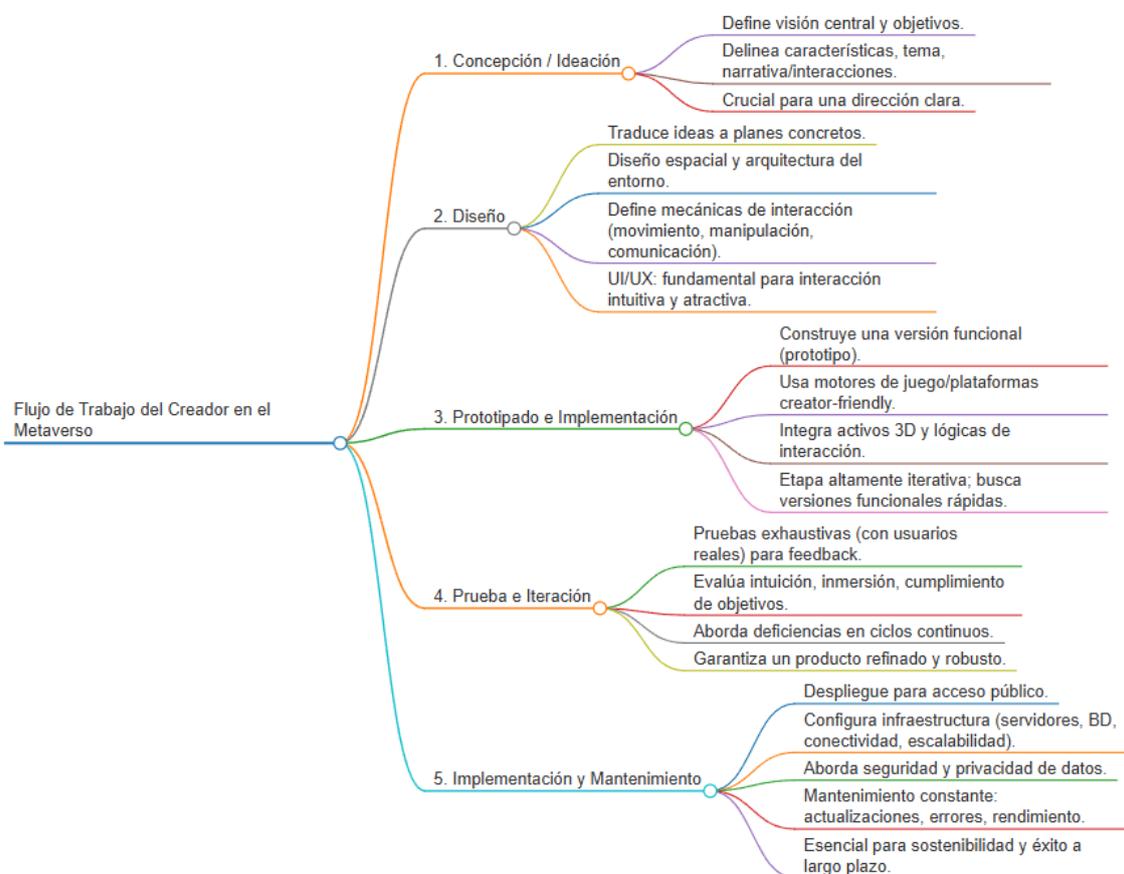
Las deficiencias o áreas de mejora identificadas se abordan en ciclos de iteración, modificando el diseño y la implementación (Muresan et al., 2023). Este proceso continuo de mejora garantiza que el producto final sea refinado, robusto y satisfaga las expectativas de los usuarios, adaptándose a las necesidades emergentes (Bag et al., 2023; Campos et al., 2025).

Finalmente, la implementación y el mantenimiento marcan la etapa de despliegue del mundo virtual para su acceso público y su gestión continua (Choi et al., 2022; Martini, 2025). Esto implica configurar la infraestructura de servidores, gestionar la base de datos de los activos y asegurar la conectividad y la escalabilidad para soportar un gran número de usuarios concurrentes.

Es fundamental destacar que la seguridad y la privacidad de los datos de los usuarios son preocupaciones primordiales que deben abordarse en esta fase (Sharma & Sharma, 2024). Posteriormente, el mantenimiento constante, que incluye actualizaciones de contenido, resolución de errores y mejoras de rendimiento, es esencial para la sostenibilidad y el éxito a largo plazo del mundo virtual en el metaverso, garantizando una experiencia fluida y atractiva (Bhattacharya et al., 2023).

La Figura 9 presenta un mapa conceptual que describe el flujo de trabajo fundamental para la creación de entornos en el metaverso. El diagrama estructura el proceso en cinco fases secuenciales: Concepción / Ideación, etapa en la que se definen la visión general y los objetivos del proyecto; Diseño, que transforma esas ideas en esquemas concretos para la arquitectura del entorno y las mecánicas de interacción; Prototipado e Implementación, centrada en la construcción funcional y la integración de recursos y activos digitales; Prueba e Iteración, orientada a la mejora continua a través de retroalimentación; y, por último, Implementación y Mantenimiento, que comprende el despliegue operativo, la gestión de infraestructura, la seguridad del entorno y su sostenibilidad en el tiempo.

Figura 9
Flujo de trabajo del creador en el Metaverso



Nota: Mapa conceptual que resume los elementos clave para el diseño y la construcción de mundos inmersivos en el Metaverso (Autores, 2025).

CAPITULO

06

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

Las conclusiones de esta exploración del metaverso permiten delinear un escenario complejo, en constante evolución, pero con alto potencial transformador. Aunque su desarrollo actual permanece en gran medida en fase conceptual y experimental, el metaverso se perfila como una plataforma emergente que podría redefinir de manera significativa la forma en que las personas interactúan, aprenden, trabajan y se relacionan en contextos sociales y económicos. Concebido inicialmente como una visión de la ciencia ficción, planteada por Neal Stephenson en 1992, hoy se proyecta como una red interconectada de mundos virtuales tridimensionales, donde la interacción continua a través de avatares adquiere un papel central. Esta propuesta integra tecnologías como la realidad virtual inmersiva, la realidad aumentada y las plataformas multijugador, dando lugar a una versión tridimensional, persistente e interactiva de internet, que trasciende las limitaciones bidimensionales tradicionales y abre nuevas posibilidades para la construcción de experiencias digitales más ricas, envolventes y adaptativas.

El metaverso se sustenta en una convergencia de tecnologías clave. Las XR, que integran la RV, la RA y la RM, son fundamentales para crear entornos inmersivos y experiencias sensoriales multisensoriales. Desde los primeros avances ópticos de Sir Charles Wheatstone en 1838 hasta el "Ultimate Display" de Ivan Sutherland en 1965, la historia de estos dispositivos revela una evolución continua hacia la inmersión total.

La IA desempeña un rol central en la creación de mundos virtuales dinámicos e inteligentes. Facilita la generación procedimental de contenido, la personalización de experiencias, el desarrollo de avatares autónomos, la interacción con NPCs de comportamiento sofisticado, y la gestión de entornos complejos. Asimismo, la IA contribuye a la ciberseguridad, la eficiencia operativa y la adaptabilidad del ecosistema digital.

La incorporación de tecnologías como blockchain y Web3 resulta crítica para la creación de economías digitales descentralizadas. Gracias a su transparencia, inmutabilidad y descentralización, blockchain permite la gestión segura de activos virtuales (como NFTs y criptomonedas) y la implementación de contratos inteligentes, redefiniendo la noción de propiedad digital.

Las infraestructuras de conectividad avanzada, particularmente las redes 5G y 6G emergentes, junto con la computación en la nube y el edge computing, son esenciales para satisfacer las exigencias de baja latencia, alta capacidad de procesamiento y sincronización en tiempo real que requiere el metaverso. Estas tecnologías posibilitan experiencias inmersivas escalables y fluidas para millones de usuarios simultáneamente.

En este nuevo ecosistema, la identidad digital cobra un papel protagónico. El avatar, representación virtual del usuario, actúa como vehículo de presencia, interacción social y autoexpresión. Desde configuraciones básicas hasta opciones altamente personalizadas, los avatares permiten experimentar con la identidad de formas que trascienden los límites del mundo físico. No obstante, esto también plantea desafíos éticos y legales en torno a la privacidad, la gestión de datos biométricos y la necesidad de marcos regulatorios robustos.

El diseño inmersivo se consolida como un componente estratégico en la creación de experiencias digitales significativas dentro del metaverso. Una experiencia de usuario (UX) centrada en la comodidad, la usabilidad y la estructura jerárquica clara facilita la navegación y la permanencia del usuario en entornos virtuales complejos. Esto se complementa con interfaces espaciales (UI) que integran menús, controles y retroalimentación en tres dimensiones, promoviendo una interacción más intuitiva y coherente con el entorno digital. La construcción de mundos virtuales, apoyada en elementos como la narrativa ambiental, una atmósfera estética consistente y un diseño de niveles funcional, resulta fundamental para potenciar la sensación de inmersión. Asimismo, el uso de sonido espacial y música adecuada amplifica la dimensión sensorial de la experiencia. En paralelo, los principios de accesibilidad e inclusión se posicionan como ejes prioritarios para garantizar que estas experiencias sean universalmente disponibles, evitando formas de exclusión digital relacionadas

con condiciones físicas, ubicación geográfica, idioma o situación socioeconómica.

La producción del metaverso se apoya en herramientas avanzadas de creación. Motores gráficos como Unity y Unreal Engine han trascendido su origen en la industria del videojuego para convertirse en lienzos digitales de uso generalizado. Plataformas como Decentraland, The Sandbox, Roblox y VRChat, dotadas de herramientas "creator-friendly", empoderan a los usuarios a generar, compartir y monetizar contenido (UGC). El flujo de trabajo creativo —desde la concepción hasta la iteración— es fundamental para la evolución continua de estos entornos.

Las aplicaciones del metaverso son transversales. En el ámbito educativo, ofrece escenarios de simulación, aprendizaje inmersivo y metodologías pedagógicas innovadoras. En el sector empresarial y financiero, redefine el comercio digital, la banca descentralizada y el marketing experiencial. En el entretenimiento y el juego, actúa como catalizador de nuevas formas de interacción social y consumo cultural.

Sin embargo, esta promesa tecnológica viene acompañada de riesgos y desafíos significativos. La aparición del llamado "darkverse" pone de relieve la necesidad de supervisión y gobernanza para prevenir actividades ilícitas, acoso y desinformación. Los efectos psicológicos, como la adicción y la disociación, requieren atención científica y normativa. A nivel técnico, la interoperabilidad, la escalabilidad, la calidad de los datos y la seguridad jurídica en contextos virtuales aún presentan vacíos importantes.

En síntesis, el metaverso se configura como un proyecto multidisciplinario que requiere la convergencia de disciplinas como la informática, la ingeniería, las ciencias sociales, el diseño, la ética y el derecho. Aunque su definición sigue en desarrollo y su implementación enfrenta múltiples incertidumbres, su potencial transformador en las formas de interacción humana y en los modelos de organización social y económica resulta evidente. El éxito de esta nueva frontera digital dependerá de la capacidad colectiva para enfrentar sus desafíos desde una perspectiva tecnológica, ética y social, construyendo entornos que sean no solo inmersivos y funcionales, sino también seguros, inclusivos y significativos.

La investigación futura deberá abordar estos temas con un enfoque crítico, interdisciplinar y responsable, asegurando que el metaverso no se limite a ser un avance técnico, sino que se consolide como un espacio digital verdaderamente humano y orientado al bienestar colectivo.

6.2. Recomendaciones

El metaverso, entendido como una red de mundos virtuales tridimensionales, persistentes e interconectados, donde los usuarios interactúan mediante avatares, representa una evolución significativa del ecosistema digital contemporáneo. Su desarrollo plantea oportunidades relevantes, pero también desafíos complejos que requieren una respuesta estructurada. Para asegurar un avance exitoso, sostenible y socialmente beneficioso, es necesario adoptar un enfoque profesional, multidisciplinario y estratégico, capaz de abordar tanto las dimensiones tecnológicas como las éticas, sociales, económicas y culturales que lo atraviesan. En este contexto, se proponen las siguientes ocho líneas de acción recomendadas como guía para orientar su construcción e implementación de manera responsable y coherente:

Establecer una visión estratégica clara y gestionar expectativas:

Es imprescindible definir una visión integral que trascienda el entretenimiento, posicionando al metaverso como una auténtica "iteración inmersiva de internet". Esta conceptualización permitirá gestionar adecuadamente las expectativas y evitar fenómenos como el exceso de entusiasmo inicial (hype) que, como en el caso de los NFTs, puede conducir a la desilusión. Una comprensión precisa de sus capacidades reales y limitaciones técnicas favorecerá su adopción crítica y sostenible, lejos de visiones reduccionistas o puramente comerciales.

Invertir en una infraestructura tecnológica robusta y convergente:

El desarrollo del metaverso depende de la sinergia entre diversas tecnologías clave:

- Realidades Extendidas (XR) que son esenciales para entornos inmersivos sensoriales.

- Inteligencia Artificial (IA), necesaria para la generación de contenido dinámico, avatares inteligentes, personalización y ciberseguridad.
- Blockchain y Web3 que son pilares para garantizar propiedad digital segura, trazabilidad e implementación de economías descentralizadas.
- Conectividad avanzada (5G/6G, cloud y edge computing), indispensable para experiencias en tiempo real, baja latencia y escalabilidad.
- Estas tecnologías deben desarrollarse de forma coordinada para sostener la operatividad y accesibilidad del metaverso a gran escala.

Priorizar el diseño centrado en el usuario y la usabilidad inmersiva:

La experiencia de usuario (UX) será determinante en la adopción del metaverso. Es fundamental diseñar para la comodidad, la intuición y la eficiencia cognitiva, especialmente para usuarios novatos. Las interfaces espaciales (UI) deben ser fluidas, integrando menús, controles y retroalimentación 3D de forma natural. La evaluación continua mediante métricas pragmáticas y hedónicas, estudios empíricos y validación experta permitirá iterar y optimizar los diseños.

Fomentar la autenticidad, la coherencia estética y la calidad en la construcción de mundos:

El world-building debe ser tratado como un proceso creativo y técnico central. Esto incluye:

- Narrativa ambiental que constituye los entornos que comunican historias de forma contextual.
- Diseño coherente, involucra la estética y atmósfera que refuercen la identidad visual y emocional.
- Diseño de niveles, que guíen la exploración de manera intuitiva.
- Marcadores de autenticidad ubicados especialmente en contextos educativos, históricos o científicos.
- Audio espacial que es esencial para la percepción inmersiva.

La combinación de estos elementos contribuye a experiencias memorables, significativas y emocionalmente resonantes.

Establecer marcos éticos y de gobernanza para la identidad y la seguridad:

La gestión de la identidad digital debe considerar la personalización, privacidad y protección de datos biométricos. Se requieren políticas y regulaciones robustas frente a:

- El darkverse (criminalidad y conductas ilícitas).
- El acoso, la discriminación y la manipulación.
- Los impactos psicológicos (adicción, disociación).

Asimismo, la interoperabilidad entre plataformas, la ciberseguridad y la legislación penal en entornos virtuales son desafíos urgentes que deben abordarse desde una perspectiva ética, jurídica y técnica.

Impulsar aplicaciones de alto impacto y garantizar la inclusión:

El metaverso debe convertirse en una herramienta transversal para sectores clave como:

- Educación, con simulaciones inmersivas, enseñanza de idiomas, entrenamiento especializado.
- Empresas y finanzas para el marketing experiencial, NFTs, contratos inteligentes, logística.
- Internacionalización de PYMES, mediante gemelos digitales y entornos de colaboración global.

El diseño debe ser inclusivo y accesible, contemplando diferencias lingüísticas, funcionales, tecnológicas y culturales. Además, se debe garantizar la protección de los grupos más vulnerables, especialmente niños y personas con discapacidades.

Fomentar ecosistemas de creación colaborativa y cultura participativa:

El éxito del metaverso también radica en su capacidad de habilitar la creación de contenido generado por el usuario (UGC). Para ello, es clave:

- o Potenciar herramientas creator-friendly.
- Proporcionar flujos de trabajo iterativos, con prototipado rápido y evaluación continua.

- Incentivar comunidades creativas y colaborativas entre diseñadores, tecnólogos, artistas y usuarios.
- Promover licencias justas, monetización equitativa y reconocimiento del trabajo creativo.

Mantener una investigación activa y adaptar los marcos regulatorios:

Dada la velocidad del cambio tecnológico, es imprescindible establecer agendas de investigación multidisciplinarias, abiertas y continuas. Los marcos regulatorios deberán ser flexibles, evolutivos y coordinados internacionalmente para abordar:

- Ciberseguridad
- Aplicación de la ley en espacios virtuales
- Protección de la propiedad intelectual
- Derechos digitales

Solo mediante una investigación sistemática y una gobernanza proactiva se podrá asegurar que el metaverso no solo sea tecnológicamente sofisticado, sino también cultural, social y éticamente significativo.

Referencias Bibliográficas



Referencias Bibliográficas

- Acheampong, R., Popovici, D.-M., Balan, T., Rekeraho, A., & Ramos, M. S. (2025). Enhancing Security and Authenticity in Immersive Environments. *Information*, 16(3), 191. <https://doi.org/10.3390/info16030191>
- Adams, J. P. (2024). Qualitative research in the metaverse, a primer. *International Journal of Market Research*, 66(5), 543-549. <https://doi.org/10.1177/14707853241255473>
- Ahn, D.-K., Bae, B.-C., & Kim, Y. (2023). User Experience of a Digital Fashion Show: Exploring the Effectiveness of Interactivity in Virtual Reality. *Applied Sciences*, 13(4), 2558. <https://doi.org/10.3390/app13042558>
- Aldweesh, A., Alauthman, M., Al Khaldy, M., Ishtaiwi, A., al-Qerem, A., Almoman, A., & Gupta, B. B. (2023). The Meta-Fusion: A Cloud-Integrated Study on Blockchain Technology Enabling Secure and Efficient Virtual Worlds. *International Journal of Cloud Applications and Computing*, 13(1), 1-24. <https://doi.org/10.4018/IJCAC.331752>
- Arya, V., Sambyal, R., Sharma, A., & Dwivedi, Y. K. (2024). Brands are calling your AVATAR in Metaverse—A study to explore XR -based gamification marketing activities & consumer-based brand equity in virtual world. *Journal of Consumer Behaviour*, 23(2), 556-585. <https://doi.org/10.1002/cb.2214>
- Badilla-Quintana, M. G., & Sandoval-Henríquez, F. J. (2021). Students' Immersive Experience in Initial Teacher Training in a Virtual World to Promote Sustainable Education: Interactivity, Presence, and Flow. *Sustainability*, 13(22), 12780. <https://doi.org/10.3390/su132212780>
- Bag, S., Rahman, M. S., Srivastava, G., & Shrivastav, S. K. (2023). Unveiling metaverse potential in supply chain management and overcoming implementation challenges: An empirical study. *Benchmarking: An International Journal*, 32(11), 79-108. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2023-0314>
- Baker, J., Nam, K., & Dutt, C. S. (2023). A user experience perspective on heritage tourism in the metaverse: Empirical evidence and design dilemmas for VR. *Information Technology & Tourism*, 25(3), 265-306. <https://doi.org/10.1007/s40558-023-00256-x>
- Bansal, G., Rajgopal, K., Chamola, V., Xiong, Z., & Niyato, D. (2022). Healthcare in Metaverse: A Survey on Current Metaverse Applications in Healthcare. *IEEE Access*, 10, 119914-119946. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3219845>
- Baptista Oliveira Souza, L., Celeste Santana Cunha, A., Monteiro Xavier De Lima, M., & Enéas Peres Ricca, D. (2023). Pragmatic and hedonic aspects of user experience in Virtual Reality: Analysis of novice users' information mediation during their first interaction with a Metaverse platform. *InfoDesign - Revista Brasileira de Design Da Informação*, 20(3). <https://doi.org/10.51358/id.v20i3.1068>
- Bernaschina, D. (2023). Art gamification (and digital/media arts) for special school: New thinking shifts for inclusive metaverse's engineering. *Metaverse*, 5(1), 2274. <https://doi.org/10.54517/m.v5i1.2274>

- Bhattacharya, P., Saraswat, D., Savaliya, D., Sanghavi, S., Verma, A., Sakariya, V., Tanwar, S., Sharma, R., Raboaca, M. S., & Manea, D. L. (2023). Towards Future Internet: The Metaverse Perspective for Diverse Industrial Applications. *Mathematics*, 11(4), 941. <https://doi.org/10.3390/math11040941>
- Bibri, S. E., Allam, Z., & Krogstie, J. (2022). The Metaverse as a virtual form of data-driven smart urbanism: Platformization and its underlying processes, institutional dimensions, and disruptive impacts. *Computational Urban Science*, 2(1), 24. <https://doi.org/10.1007/s43762-022-00051-0>
- Bonenkamp, V. (2025, julio 2). *Top 10 Metaverse Startups in 2025: Best Innovators to Watch*. <https://www.femaleswitch.com/startup-blog-2025/tpost/1nhndnigg1-top-10-metaverse-startups-in-2025-best-i>
- Boopathy, P., Deepa, N., Maddikunta, P. K. R., Victor, N., Gadekallu, T. R., Yenduri, G., Wang, W., Pham, Q.-V., Huynh-The, T., & Liyanage, M. (2025). The Metaverse for Industry 5.0 in NextG Communications: Potential Applications and Future Challenges. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 6, 4-24. <https://doi.org/10.1109/OJCS.2024.3497335>
- Buchholz, F., Oppermann, L., & Prinz, W. (2022). There's more than one metaverse. *I-Com*, 21(3), 313-324. <https://doi.org/10.1515/icom-2022-0034>
- Campos, T., Castello, M., Damasceno, E., & Valentim, N. (2025). An Updated Systematic Mapping Study on Usability and User Experience Evaluation of Touchable Holographic Solutions. *Journal on Interactive Systems*, 16(1), 172-198. <https://doi.org/10.5753/jis.2025.4694>
- Cartlidge, J. (2024). Non-Perceptual Representational Immersion in Video Games: A Response to David Chalmers' Reality+. *Philosophy & Technology*, 37(3). <https://doi.org/10.1007/s13347-024-00767-3>
- Chinie, C., Oancea, M., & Todea, S. (2022). The adoption of the metaverse concepts in Romania. *Management & Marketing*, 17(3), 328-340. <https://doi.org/10.2478/mmcks-2022-0018>
- Choi, S., Yoon, K., Kim, M., Yoo, J., Lee, B., Song, I., & Woo, J. (2022). Building Korean DMZ Metaverse Using a Web-Based Metaverse Platform. *Applied Sciences*, 12(15), 7908. <https://doi.org/10.3390/app12157908>
- Crespo-Pereira, V., Sánchez-Amboage, E., & Membiela-Pollán, M. (2023). Facing the challenges of metaverse: A systematic literature review from Social Sciences and Marketing and Communication. *El Profesional de La Información*, e320102. <https://doi.org/10.3145/epi.2023.ene.02>
- Cruz Vázquez, J. A., Ruiz Ledesma, E. F., & Chavarría Báez, L. (2022). Virtual worlds in distance learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 11(2), 907. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i2.21752>
- Cruz, A., Paredes, H., Morgado, L., & Martins, P. (2021). Non-verbal Aspects of Collaboration in Virtual Worlds: A CSCW Taxonomy-development Proposal Integrating the Presence Dimension. *JUCS - Journal of Universal Computer Science*, 27(9), 913-954. <https://doi.org/10.3897/jucs.74166>

- Cruz, M., & Oliveira, A. (2024). Unravelling Virtual Realities—Gamers’ Perceptions of the Metaverse. *Electronics*, 13(13), 2491. <https://doi.org/10.3390/electronics13132491>
- Cruz, M., Oliveira, A., & Pinheiro, A. (2024). Faraway, so Close: Perceptions of the Metaverse on the Edge of Madness. *Computers*, 13(1), 19. <https://doi.org/10.3390/computers13010019>
- Darshan S. (2024, octubre 26). *The Future of UX in the Metaverse and AR/VR: Redefining User Experience in Immersive Environments*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/future-ux-metaverse-arvr-redefining-user-experience-immersive-s-j5osc>
- Dastan, M., Ricci, M., Vangi, F., & Fiorentino, M. (2024). Enhancing Well-Being: A Comparative Study of Virtual Reality Chromotherapy Rooms with Static, Dynamic, and Empty Environments. *Sensors*, 24(6), 1732. <https://doi.org/10.3390/s24061732>
- Du, Y., Grace, T. D., Jagannath, K., & Salen-Tekinbas, K. (2021). Connected Play in Virtual Worlds: Communication and Control Mechanisms in Virtual Worlds for Children and Adolescents. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(5), 27. <https://doi.org/10.3390/mti5050027>
- Fadhel, M. A., Duhaim, A. M., Albahri, A. S., Al-Qaysi, Z. T., Aktham, M. A., Chyad, M. A., Abd-Alaziz, W., Albahri, O. S., Alamoodi, A. H., Alzubaidi, L., Gupta, A., & Gu, Y. (2024). Navigating the metaverse: Unraveling the impact of artificial intelligence—a comprehensive review and gap analysis. *Artificial Intelligence Review*, 57(10), 264. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10881-5>
- Farhi, F. (2024). Examining the factors fostering metaverse experience browser acceptance under unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT). *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(3), 2594. <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i3.2594>
- Farooq, M. S., Ishaq, K., Shoaib, M., Khelifi, A., & Atal, Z. (2023). The Potential of Metaverse Fundamentals, Technologies, and Applications: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 11, 138472-138487. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3338627>
- FINPR Agency FZCO. (2025, enero 31). *9 Best Metaverse Projects in 2025: Best Virtual Worlds to Explore*. FINPR Agency. <https://finpr.agency/tpost/6oumvv2k81-9-best-metaverse-projects-in-2025-virtua>
- Gruson, D., Greaves, R., Dabla, P., Bernardini, S., Gouget, B., & Öz, T. K. (2023). A new door to a different world: Opportunities from the metaverse and the raise of meta-medical laboratories. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 61(9), 1567-1571. <https://doi.org/10.1515/cclm-2023-0108>
- Guan, J., Liu, J., & Morris, A. (2024). *Design Frameworks for Spatial Zone Agents in XRI Metaverse Smart Environments* (No. arXiv:2401.11040v1). arXiv. <https://arxiv.org/html/2401.11040v1>
- Hanneke, B., Heß, M., & Hinz, O. (2025). Foundations of Decentralized Metaverse Economies: Converging Physical and Virtual Realities. *Journal of Management*

- Information Systems*, 42(1), 238-272.
<https://doi.org/10.1080/07421222.2025.2452017>
- Harada, Y., & Ohyama, J. (2022). Quantitative evaluation of visual guidance effects for 360-degree directions. *Virtual Reality*, 26(2), 759-770.
<https://doi.org/10.1007/s10055-021-00574-7>
- Hasgül, E., Karataş, M., Pak Güre, M. D., & Duyan, V. (2023). A perspective from Turkey on construction of the new digital world: Analysis of emotions and future expectations regarding Metaverse on Twitter. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 484. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01958-7>
- Hennig-Thurau, T., Aliman, D. N., Herting, A. M., Cziehso, G. P., Linder, M., & Kübler, R. V. (2023). Social interactions in the metaverse: Framework, initial evidence, and research roadmap. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 51(4), 889-913. <https://doi.org/10.1007/s11747-022-00908-0>
- Henz, P. (2022). The psychological impact of the Metaverse. *Discover Psychology*, 2(1), 47. <https://doi.org/10.1007/s44202-022-00061-3>
- Hoffmann, M. (2022). The Ontological Role of Applied Mathematics in Virtual Worlds. *Philosophies*, 7(1), 22. <https://doi.org/10.3390/philosophies7010022>
- Huynh-The, T., Gadekallu, T. R., Wang, W., Yenduri, G., Ranaweera, P., Pham, Q.-V., Da Costa, D. B., & Liyanage, M. (2023). Blockchain for the metaverse: A Review. *Future Generation Computer Systems*, 143, 401-419.
<https://doi.org/10.1016/j.future.2023.02.008>
- Jacobides, M. G., Candelon, F., Kraymer, L., Round, K., & Chen, W. (2024). Building synthetic worlds: Lessons from the excessive infatuation and oversold disillusionment with the metaverse. *Industry and Innovation*, 31(1), 105-129.
<https://doi.org/10.1080/13662716.2023.2279051>
- Jagatheesaperumal, S. K., Ahmad, K., Al-Fuqaha, A., & Qadir, J. (2024). Advancing Education Through Extended Reality and Internet of Everything Enabled Metaverses: Applications, Challenges, and Open Issues. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1120-1139.
<https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3358859>
- Johri, A., Sayal, A., N, C., Jha, J., Aggarwal, N., Pawar, D., Gupta, V., & Gupta, A. (2024). Crafting the techno-functional blocks for Metaverse—A review and research agenda. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(1), 100213. <https://doi.org/10.1016/j.ijime.2024.100213>
- Jovanović, A., & Milosavljević, A. (2022). VoRtex Metaverse Platform for Gamified Collaborative Learning. *Electronics*, 11(3), 317.
<https://doi.org/10.3390/electronics11030317>
- Kaarlela, T., Pitkäaho, T., Pieskä, S., Padrão, P., Bobadilla, L., Tikanmäki, M., Haavisto, T., Blanco Bataller, V., Laivuori, N., & Luimula, M. (2023). Towards Metaverse: Utilizing Extended Reality and Digital Twins to Control Robotic Systems. *Actuators*, 12(6), 219. <https://doi.org/10.3390/act12060219>
- Kara, P. A., Tamboli, R. R., Adhikarla, V. K., Balogh, T., Guindy, M., & Simon, A. (2023). Connected without disconnection: Overview of light field metaverse applications

- and their quality of experience. *Displays*, 78, 102430. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2023.102430>
- Kim, M., Oh, J., Son, S., Park, Y., Kim, J., & Park, Y. (2023). Secure and Privacy-Preserving Authentication Scheme Using Decentralized Identifier in Metaverse Environment. *Electronics*, 12(19), 4073. <https://doi.org/10.3390/electronics12194073>
- Ko, C., & Kim, S. (2024). Adolescent Female Users' Avatar Creation in Social Virtual Worlds: Opportunities and Challenges. *Behavioral Sciences*, 14(7), 539. <https://doi.org/10.3390/bs14070539>
- Krauss, D. (2023, marzo 7). *Making the metaverse feel real: The key characteristics and challenges*. <https://www.ciena.com/insights/articles/2023/making-the-metaverse-feel-real-the-key-characteristics-and-challenges>
- Kudry, P., & Cohen, M. (2023). Enhanced Wearable Force-Feedback Mechanism for Free-Range Haptic Experience Extended by Pass-Through Mixed Reality. *Electronics*, 12(17), 3659. <https://doi.org/10.3390/electronics12173659>
- Kumar, S., Sureka, R., Lucey, B. M., Dowling, M., Vigne, S., & Lim, W. M. (2024). MetaMoney: Exploring the intersection of financial systems and virtual worlds. *Research in International Business and Finance*, 68, 102195. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2023.102195>
- Laine, T. H., & Suk, H. J. (2024). Investigating User Experience of an Immersive Virtual Reality Simulation Based on a Gesture-Based User Interface. *Applied Sciences*, 14(11), 4935. <https://doi.org/10.3390/app14114935>
- Lannier, S. (2024). Infiltrating virtual worlds. The regulation of undercover agents through fundamental rights. *Revista Brasileira de Direito Processual Penal*, 10(3). <https://doi.org/10.22197/rbdpp.v10i3.1066>
- Lee, J. (2022). A study on the intention and experience of using the metaverse. *JAH*, 13(1), 177-192. <https://doi.org/10.21860/j.13.1.10>
- López Solórzano, J. G., Ángel Rueda, C. J., & Vergara Villegas, O. O. (2024). Measuring Undergraduates' Motivation Levels When Learning to Program in Virtual Worlds. *Computers*, 13(8), 188. <https://doi.org/10.3390/computers13080188>
- Machinations Metaverse. (2025). *User generated content in the Metaverse*. <https://machinations.io/articles/user-generated-content-in-the-metaverse>
- Maier, F., & Weinberger, M. (2024). Metaverse Meets Smart Cities—Applications, Benefits, and Challenges. *Future Internet*, 16(4), 126. <https://doi.org/10.3390/fi16040126>
- Martini, M. (2025). Materializing corporate futures: How the EU navigated the Metaverse hype. *Information, Communication & Society*, 28(5), 852-869. <https://doi.org/10.1080/1369118x.2024.2428331>
- McCall, C., Schofield, G., Halgarth, D., Blyth, G., Laycock, A., & Palombo, D. J. (2022). The underwood project: A virtual environment for eliciting ambiguous threat. *Behavior Research Methods*, 55(8), 4002-4017. <https://doi.org/10.3758/s13428-022-02002-3>

- McStay, A. (2023). The Metaverse: Surveillant Physics, Virtual Realist Governance, and the Missing Commons. *Philosophy & Technology*, 36(1), 13. <https://doi.org/10.1007/s13347-023-00613-y>
- Mitsuhara, H. (2024). Metaverse-Based Evacuation Training: Design, Implementation, and Experiment Focusing on Earthquake Evacuation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(12), 112. <https://doi.org/10.3390/mti8120112>
- Mohamed, A., & Faisal, R. (2024). Exploring metaverse-enabled innovation in banking: Leveraging NFTS, blockchain, and smart contracts for transformative business opportunities. *International Journal of Data and Network Science*, 8(1), 35-44. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2023.10.020>
- Momtaz, P. P. (2022). Some Very Simple Economics of Web3 and the Metaverse. *FinTech*, 1(3), 225-234. <https://doi.org/10.3390/fintech1030018>
- Mørch, A. I., Andersen, R., Eie, S., & Mifsud, L. (2024). Emergent group understanding: Investigating intersubjectivity in sociotechnical interdependencies. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 19(4), 401-431. <https://doi.org/10.1007/s11412-024-09432-5>
- Muresan, A., Mcintosh, J., & Hornbæk, K. (2023). Using Feedforward to Reveal Interaction Possibilities in Virtual Reality. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 30(6), 1-47. <https://doi.org/10.1145/3603623>
- Nateghi, A., & Mosharraf, M. (2023). Architecting the Future: A Model for Enterprise Integration in the Metaverse. *Journal of Metaverse*, 3(2), 190-199. <https://doi.org/10.57019/jmv.1355500>
- Papadopoulos, T., Evangelidis, K., Kaskalis, T. H., & Evangelidis, G. (2025). The Metaverse Is Geospatial: A System Model Architecture Integrating Spatial Computing, Digital Twins, and Virtual Worlds. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 14(3), 126. <https://doi.org/10.3390/ijgi14030126>
- Pervez, F., Shoukat, M., Usama, M., Sandhu, M., Latif, S., & Qadir, J. (2024). Affective Computing and the Road to an Emotionally Intelligent Metaverse. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 5, 195-214. <https://doi.org/10.1109/OJCS.2024.3389462>
- Polyviou, A., & Pappas, I. O. (2023). Chasing Metaverses: Reflecting on Existing Literature to Understand the Business Value of Metaverses. *Information Systems Frontiers*, 25(6), 2417-2438. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10364-4>
- ProApp - Learn Design. (2023, septiembre 6). *Spatial UI vs. Traditional UI: Key Differences and Considerations*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/spatial-ui-vs-traditional-key-differences-considerations>
- Rahman, M. H., Sejan, M. A. S., Aziz, M. A., Kim, D.-S., You, Y.-H., & Song, H.-K. (2023). Spectral Efficiency Analysis for IRS-Assisted MISO Wireless Communication: A Metaverse Scenario Proposal. *Mathematics*, 11(14), 3181. <https://doi.org/10.3390/math11143181>
- Rall, H., Weber, W., & Harper, E. (2024). Animation in immersive environments: Expanding theories of authenticity in educational, historical, and political

- contexts. *Con A de animación*, 18, 108-133. <https://doi.org/10.4995/caa.2024.20603>
- Randieri, C. (2023, septiembre 18). *The Metaverse: Shaping The Future Of The Internet And Business Through AI Integration*. Forbes Technology Council (Forbes). <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2023/09/18/the-metaverse-shaping-the-future-of-the-internet-and-business-through-ai-integration/>
- Red Apple Technologies. (2025, mayo 12). *Unity vs Unreal – Which game engine is better in 2025?* Red Apple Tech. <https://www.redappletech.com/blog/unity-vs-unreal>
- Rodriguez-Flrido, M. Á., Reyes-Cabrera, J. J., Melián, A., Hernández-Flores, C. N., Ruiz-Azola, J., & Maynar, M. (2024). Feasibility of teaching and assessing medical students in the metaverse: Design and features for its learning efficiency. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 13(1). <https://doi.org/10.1007/s44322-024-00009-6>
- Ruiu, P., Nitti, M., Pilloni, V., Cadoni, M., Grosso, E., & Fadda, M. (2024). Metaverse & Human Digital Twin: Digital Identity, Biometrics, and Privacy in the Future Virtual Worlds. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(6), 48. <https://doi.org/10.3390/mti8060048>
- Samarngoon, K., Grudpan, S., Wongta, N., & Klaynak, K. (2023). Developing a Virtual World for an Open-House Event: A Metaverse Approach. *Future Internet*, 15(4), 124. <https://doi.org/10.3390/fi15040124>
- Sharma, A., & Sharma, B. K. (2024). Will Metaverse Face Failure in Future Like Nfts: An Empirical Study. *Journal of Logistics, Informatics and Service Science*, 11(3). <https://doi.org/10.33168/JLISS.2024.0313>
- Sheka, E. F. (2024). Metaverse and virtual worlds of science. *Radioelectronics. Nanosystems. Information Technologies.*, 16(7), 913-916. <https://doi.org/10.17725/j.rensit.2024.16.913>
- Shepherd, I. (2024, abril 29). *AI-Powered Teens Are Building the Future in This Virtual World*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/ianshepherd/2024/04/29/ai-powered-teens-are-building-the-future-in-this-virtual-world/>
- Singla, A., Gupta, N., Aeron, P., Jain, A., Garg, R., Sharma, D., Gupta, B. B., & Arya, V. (2023). Building the Metaverse: Design Considerations, Socio-Technical Elements, and Future Research Directions of Metaverse. *Journal of Global Information Management*, 31(2), 1-28. <https://doi.org/10.4018/JGIM.321755>
- Truong, V. T., Le, L., & Niyato, D. (2023). Blockchain Meets Metaverse and Digital Asset Management: A Comprehensive Survey. *IEEE Access*, 11, 26258-26288. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3257029>
- Urech, A., Meier, P. V., Gut, S., Duchene, P., & Christ, O. (2024). Mapping or no Mapping: The Influence of Controller Interaction Design in an Immersive Virtual Reality Tutorial in Two Different Age Groups. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(7), 59. <https://doi.org/10.3390/mti8070059>
- Vertakova, Yu., & Shkarupeta, E. (2025). Strategic Management of the Metaverse Ecosystem in the Context of Web 3.0: Theory, Framework and Tools. *Review of*

Business and Economics Studies, 12(4), 29-41. <https://doi.org/10.26794/2308-944X-2024-12-4-29-41>

Walcott, D. (2023, de diciembre de). *AI Has Won 2023, Will The Metaverse Win 2024?*

Weinberger, M. (2022). What Is Metaverse?—A Definition Based on Qualitative Meta-Synthesis. *Future Internet*, 14(11), 310. <https://doi.org/10.3390/fi14110310>

Yang, L. (2024). *Metaverse Identity: Core Principles and Critical Challenges*. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/302504/1/ITS-Seoul-2024-paper-092.pdf>

Yang, Q., Zhao, Y., Huang, H., Xiong, Z., Kang, J., & Zheng, Z. (2022). Fusing Blockchain and AI With Metaverse: A Survey. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 3, 122-136. <https://doi.org/10.1109/OJCS.2022.3188249>

Yelzkiz. (2025, marzo 24). *Unreal Engine Vs Unity: Which 3D Game Engine Is Best?* Yelzkizi. <https://yelkizi.org/unreal-engine-vs-unity/>

Yıldırım, P., & Keçeci, G. (2024). Metaverse ve Eğitim: Yeni Bir Dönem Başlıyor! *Milli Eğitim Dergisi*, 53(243), 1635-1654. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.1240070>

Zarraonandia, T., Díaz, P., Aedo, I., & Bellucci, A. (2022). Engaging educators in the ideation of scenarios for cross-reality game-based learning experiences. *Multimedia Tools and Applications*, 83(15), 46507-46529. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-13632-2>

RESUMEN

El presente texto, basado en una revisión bibliográfica rigurosa de artículos científicos recientes y publicaciones emitidas por organizaciones líderes en tecnología, tiene como propósito ofrecer una comprensión integral y actualizada del fenómeno del metaverso, orientada a estudiantes, investigadores y profesionales de distintas disciplinas. Se aborda el metaverso como una iteración inmersiva, tridimensional y persistente de internet, en estrecha relación con las realidades extendidas (XR), y se analizan los pilares tecnológicos que posibilitan su desarrollo, tales como la conectividad avanzada, la inteligencia artificial, el blockchain, el Internet de las Cosas (IoT) y el hardware especializado. El estudio también profundiza en los principios del diseño inmersivo, destacando su rol en la creación de experiencias significativas a través de la narrativa ambiental, la atmósfera estética y el diseño de niveles. Asimismo, se examinan las herramientas del llamado cartógrafo digital, incluyendo motores gráficos avanzados, plataformas creator-friendly, gestión de assets tridimensionales y los flujos de trabajo propios del desarrollo en entornos virtuales. En conjunto, este análisis ofrece una visión estructurada de los fundamentos, aplicaciones y desafíos del metaverso, con el objetivo de preparar al lector para comprender, diseñar y participar activamente en esta evolución emergente del entorno digital.

Palabras Clave: Metaverso, realidades extendidas, diseño inmersivo, identidad digital, inteligencia artificial.

Abstract

This text, based on a rigorous review of recent scientific articles and publications issued by leading technology organizations, aims to provide a comprehensive and up-to-date understanding of the metaverse phenomenon, aimed at students, researchers, and professionals from different disciplines. The metaverse is addressed as an immersive, three-dimensional, and persistent iteration of the internet, closely related to extended realities (XR), and the technological pillars that enable its development are analyzed, such as advanced connectivity, artificial intelligence, blockchain, the Internet of Things (IoT), and specialized hardware. The study also delves into the principles of immersive design, highlighting its role in creating meaningful experiences through environmental narrative, aesthetic atmosphere, and level design. It also examines the tools of the so-called digital cartographer, including advanced graphics engines, creator-friendly platforms, three-dimensional asset management, and workflows specific to development in virtual environments. Together, this analysis offers a structured overview of the fundamentals, applications, and challenges of the metaverse, with the aim of preparing readers to understand, design, and actively participate in this emerging evolution of the digital environment.

Keywords: Metaverse, Extended Realities, Immersive Design, Digital Identity, Artificial Intelligence.



<http://www.editorialgrupo-aea.com>



[Editorial Grupo AeA](#)



[editorialgrupoaea](#)



[Editorial Grupo AEA](#)

ISBN: 978-9942-651-88-4



9 789942 651884