

Metaverso: más allá de la realidad inmersiva

Metaverse: beyond immersive reality

Jesús Erazo ¹

Pablo Sulbarán ²

Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Mérida, Venezuela^{1,2}

jerazo@cenditel.gob.ve¹

psulbaran@cenditel.gob.ve²

Fecha de recepción: 11/05/2022

Fecha de aceptación: 24/05/2022

Pág: 129 – 140

Resumen

Aunque la noción del Metaverso está implícita en algunos videojuegos populares, en la actualidad se replantea su concepto, además de adaptarlo a diversas actividades que progresivamente han emigrado al mundo digital como el trabajo, el comercio, la educación y la recreación. Se proyecta para los próximos años una alta inversión financiera en investigación, desarrollo e implementación de la tecnología, cuya característica principal es la realidad virtual. De acuerdo con el conglomerado tecnológico que impulsa su avance, el principal objetivo, es hacer de las conexiones digitales una experiencia inmersiva que potencie las relaciones humanas. Ahora bien, históricamente los *Gigantes Tech* no son impulsados por fines altruistas sino por el control de masas que suman a sus beneficios económicos, por encima de esto que es evidente, queda la cuestión por responder si es una tecnología realmente necesaria. De primera impresión, puede que ofrezca ventajas en el campo de la enseñanza y la acción laboral. Sin embargo, la tecnología presenta unos bordes filosos que se deben tratar con sumo cuidado. En ese sentido, el presente ensayo además de exponer la tecnología, ofrece ideas para el debate sobre su conveniencia e impacto social..

Palabras clave: metaverso, realidad aumentada, realidad extendida, realidad virtual.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

Although the notion of the Metaverse is implicit in some popular video games, its concept is currently being rethought, in addition to adapting it to various activities that have progressively migrated to the digital world such as work, commerce, education and recreation. A high financial investment in research, development and implementation of technology, whose main characteristic is virtual reality, is projected for the coming years. According to the technological conglomerate that drives its progress, the main objective is to make digital connections an immersive experience that enhances human relationships. Now, historically, the Tech Giants are not driven by altruistic goals but by mass control that add to their economic benefits, beyond this that is evident, the question remains to be answered if it is a really necessary technology. At first glance, it may offer advantages in the field of education and employment. However, the technology has sharp edges that must be treated with great care. In this sense, this essay, in addition to exposing the technology, offers ideas for the debate about its convenience and social impact.

Key words: augmented reality, extended reality, metaverse, virtual reality.

Introducción

El término metaverso aparece por primera vez hace tres décadas en el best seller de características futuristas y distópicas titulado *Snow Crash* por la pluma de Stephenson (1992). En la citada obra literaria, los personajes acceden a un mundo a través de dispositivos de visión estereoscópica artificial. Una vez inmersos adoptan alguna forma de representación gráfica (avatares), de tal suerte de encontrarse bajo una existencia que les permite llevar así vidas paralelas al mundo real. Más allá de la envergadura novelística, fundamentalmente, la tecnología que está detrás de la ilusión es la realidad virtual.

Aun cuando el concepto de Metaverso es de vieja data y está presente en cierto modo en algunos juegos electrónicos e incluso en algunas aplicaciones para el entrenamiento deportivo, es a partir del año 2021 que ha adquirido una exaltación mediática debido al impulso dado por los gigantes tecnológicos, por las élites del poder económico e incluso por algunos destacados centros del conocimiento científico.

En efecto, el metaverso es una de las 5 principales tendencias tecnológicas del año 2022, según el Foro Económico Mundial (Masterson, 2022). Se estima que la nueva plataforma tecnológica represente una oportunidad de mercado de ochocientos mil (800.000.000.000) millones de dólares para las empresas de entretenimiento en línea y las redes sociales en los próximos dos años (Kanterman, 2021). De hecho, en el tercer trimestre del año 2021 fue un hecho comunicacional la propuesta de inversión de una multimillonaria suma de dinero por

parte de la recién creada Big Tech Meta para el desarrollo y afianzamiento de la tecnología del entorno virtual inmersivo (Chandar, 2021).

De acuerdo con Bosworth (2021), la nueva plataforma informática impulsada por Meta corresponde a “(...) un conjunto de espacios virtuales donde puedes crear y explorar con otras personas que no están en el mismo espacio físico que tú. Podrá pasar el rato con amigos, trabajar, jugar, aprender, comprar, crear y más (...)” (párr. 2). En principio, se puede deducir que la innovación tecnológica promete estar dirigida además del entretenimiento, al teletrabajo, la educación a distancia y al comercio en línea. Para tal fin, en América Latina se espera entrenar a miles de personas en realidad aumentada para el desarrollo de la propuesta (Organización de los Estados Americanos (OEA), 2021). Igualmente, existe en Europa la apuesta para construir el universo virtual de la próxima generación de internet (European Commission (EC), 2021).

Ahora bien, está pendiente el debate sobre los derechos humanos en el metaverso en cuanto al riesgo de estar sometidos a una recopilación de datos de forma más exhaustiva y a una vigilancia permanente (Rodríguez et al., 2021). Del mismo modo, no se deben pasar por alto las implicaciones en la soberanía y seguridad nacional debido a que pudiese ser una tecnología más invasiva de la mente humana utilizada para coaccionar comportamientos indebidos en la ciudadanía, siembra de falsos valores en la juventud o mal formación de adolescentes, este último factor clave en el desarrollo de una nación.

Más allá del marco de aplicaciones prometedoras y sus repercusiones sociales, el metaverso va adquiriendo realidad y forma. En efecto, todas las piezas necesarias para la construcción del universo de fantasía están a la disposición: realidad virtual; realidad aumentada; la nube; telefonía móvil 5G; inteligencia artificial; tecnología háptica y holográfica. En ese sentido, por los notables avances tecnológicos que sustentan su desarrollo, la influyente matriz de opinión generada desde el poder tecnológico que impulsan su incorporación en la sociedad y a la cada vez más inminente nueva etapa tecnológica de la humanidad, se hace necesario conocer de qué trata la innovación y más aún cómo ésta afectaría a la sociedad.

Este ensayo tiene como propósito presentar una perspectiva del tema en cuestión, para tal fin y para contar con una cosmovisión que permita reflexionar sobre la verdadera utilidad o pertinencia de la tecnología en desarrollo, se inicia con la definición de metaverso como el internet de tercera dimensión, seguidamente se abordan los aspectos claves para lograr su funcionamiento, después se consideran los desafíos asociados a su desarrollo e implementación, posteriormente se presenta el posicionamiento de la tecnología en la opinión pública y finalmente se ofrecen algunas reflexiones del tema.

Metaverso: el internet de tercera dimensión

En principio, metaverso es la contracción de las palabras meta y universo, que en el sentido literal significa “más allá del universo”. En el contexto de la novela *Snow Crash* de Stephenson (1992), el término hace alusión a un universo virtual simulado por computadoras, gobernado por sus propias leyes, donde cohabitan los avatares de los cibernautas junto con seres creados y supeditados por quienes tienen el control del sistema. Es importante resaltar que lo anteriormente descrito no tiene vinculación alguna con los conceptos de universos paralelos o multiversos surgidos en las últimas teorías físicas.

Técnicamente, en el argot de internet, el término “(...) se utiliza para describir una representación virtual de la realidad implementada por medio de un software de realidad virtual” (Ince, 2002). En la actualidad, “(...) generalmente se refiere al concepto de un mundo virtual altamente inmersivo donde las personas se reúnen para socializar, jugar y trabajar” (Merriam-Webster, 2021). Se sobrentiende que la tecnología busca que sus usuarios pasen de ser simples espectadores a realmente actores a través de experiencias más vívidas. Es decir, pasar de la simple visualización de una imagen en una pantalla de cristal líquido a una realidad donde se vive y siente la misma a través de software, actuadores y sensores.

Ahora bien, para la construcción del Metaverso se necesitará una serie de tecnologías base. Evidentemente, realidad virtual (RV), realidad aumentada (RA) e internet están en primera línea. Sin embargo, la renderización, la inteligencia artificial y la supercomputación son elementos claves para la generación de contenidos más realistas. Además, se requiere *framework* para desarrollar videojuegos, servicios en la nube, *blockchain*, gemelos digitales, internet satelital, 5G, ciencia del tacto, neurotecnología, ingeniería del comportamiento, tecnologías BCI (*Brain Computer Interface*) e incluso tecnología de generación eléctrica.

Aspectos claves para el funcionamiento de la tecnología

Fundamentalmente, la tecnología clave que sustenta al metaverso es la realidad virtual (RV). Al respecto, este tipo de existencia se puede entender como la sustitución de la interacción entre una persona y el entorno físico por una interconexión a un ambiente simulado por computador, construido a partir de dispositivos físicos como por ejemplo, cintas de correr omnidireccionales, dispositivos de visión artificial y guantes con tecnologías háptica, que funcionan juntos y se sincronizan con los órganos sensoriales para formar una percepción de una realidad física de otro lugar, otro cuerpo u otra lógica de cómo funciona el mundo (Bardi, 2020).

Al igual que la RV, la realidad aumentada (RA) ofrece también una experiencia inmersiva, pero se diferencia básicamente de aquella en la forma de superponer elementos virtuales a la realidad física que rodea a la persona. Se puede considerar la RA como una extensión más

realista de la RV. Como un ejemplo representativo, el videojuego popular Pokémon GO es una clara aplicación de esta tecnología. La combinación de RA y RV dan origen a la realidad mixta o extendida que potencia la inmersión total de los usuarios en los mundos digitales.

Ahora bien, para lograr la experiencia sensorial es necesario contar hardware y software especiales. Básicamente, se debe contar con una computadora para el control de varios dispositivos como pantallas que permiten visualizaciones estereoscópicas y sonido 3D. Los sistemas de RV usan giroscopios y sensores de movimiento para rastrear las posiciones de la cabeza, el cuerpo y las manos. Los datos recolectados sirven a los algoritmos computacionales para calcular las perspectivas adecuadas, determinar la posición y orientación de las cámaras y crear objetos virtuales que se superponen sobre la vista del usuario. La utilización de pisos móviles para dar la sensación de caminar y el uso de tecnología háptica para experimentar la forma y la textura de los objetos virtuales, hacen de la experiencia aún más inmersiva (Human Interface Technology Lab (HITL), 2019; Pradas, 2021).

En cuanto a la sincronización del entorno digital con el mundo físico y viceversa, la innovación denominada gemelo digital juega un factor clave en la representación digital de objetos, personas o procesos físicos del mundo real en un formato virtual 3D. Por ende, juega un rol clave en el desarrollo de contenido virtual porque permite realizar réplicas exactas de la realidad a partir de datos obtenidos en tiempo real a través de (Guillemot, 2021; Iberdrola, 2020):

- Sensores que transmiten información de objetos.
- Tecnologías relacionadas con el Big Data.
- Plataformas de internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés).

La información recolectada es procesada con IA, *cloud computing* y *machine learning*, para crear una representación realista en el mundo virtual. Es importante destacar que los sensores alimentados por conectividad IoT para detección de movimiento y recopilación de datos personalizados resultan fundamentales para construir gemelos digitales 3D y crear conciencia espacial (McAllister, 2022).

Asimismo, la tecnología *blockchain* juega una pieza clave como mecanismo de autenticación de activos criptográficos y datos propiedad del usuario. Avatares, bienes digitales, compra de productos digitales de entretenimiento y aplicaciones, transacciones financieras, así como *tokens* no fungibles (NFT) como obras de arte o música, serán respaldadas en el mundo virtual por rutinas de software basadas en cadenas de bloques. Incluso autenticará la propiedad de bienes digitales en mundos virtuales interoperables, hasta podrá controlar el acceso a ciertas áreas del metaverso por restricción por edad (Ratan y Meshi, 2022).

También, 5G es una pieza importante en el desarrollo de los mundos virtuales, en particular para el tratamiento de archivos digitales pesados que requieren de una red de gran ancho de banda y baja latencia como lo son el texturizado de vídeo y el sonido inmersivo o 3D. Las bondades de la tecnología posibilitan conexiones ultrarrápidas entre los servidores en la nube y los dispositivos de realidad virtual, optimizando así la experiencia (Udoji, 2021).

La computación cuántica promete ser de gran utilidad para la ejecución de varias aplicaciones críticas. Sus posibles casos de uso se encontrarán en aspectos relacionados con la optimización de la seguridad, el cálculo, la comunicación, el aprendizaje automático y la simulación. Se necesitará de criptografía cuántica para blindar las transacciones frente al desarrollo de algoritmos cuánticos que rompan la seguridad de la información. La enorme cantidad de cálculos y simulaciones que puede realizar la computación basada en la fenomenología cuántica puede ser aprovechada para mejorar la experiencia en el mundo virtual. Para crear realismo, la aleatoriedad cuántica podría asegurar de que los habitantes y sus algoritmos no jueguen con el sistema. A medida que aumenta la complejidad del metaverso, el aprendizaje automático es fundamental para su evolución, en tal sentido, *quantum machine learning* será una herramienta a favor (S. Basu, 2022).

Desafíos en el desarrollo e implementación del Metaverso

Para animar a miles de avatares y entidades virtuales de muy alta resolución, así como aspectos como la interconexión entre usuarios, la creación de propiedad virtual, el intercambio comercial y el ofrecimiento de servicios, requerirá del uso de miles de potentes servidores en centros de datos con alto consumo de energía eléctrica para el procesamiento y la transferencia de datos. Por consiguiente, se prevé un aumento de la demanda global de electricidad (González, 2021).

Del mismo modo, el incremento en el uso de los servicios en la nube conlleva a un aumento de las emisiones de dióxido de carbono (Marsden et al., 2020). En tal sentido, es claro que para la sostenibilidad de este nuevo mundo virtual y reducir su impacto ambiental se hace necesario mejorar la productividad energética así como también realizar inversiones en fuentes de energías renovables como la solar, eólicas, termales e incluso nuclear. Además, el desarrollo de todo el hardware necesario exige la utilización de muchos recursos naturales, en consecuencia el metaverso supone un desafío para la conservación de la naturaleza.

Por otro lado, la vida en el metaverso podría afectar la agudeza visual (Barral, 2021), aunque amerita un estudio exhaustivo al respecto, sin embargo, es posible que suceda tal afectación porque para adentrarse en el mundo virtual, los usuarios necesitarán de cascos o gafas con pantallas de luz artificial, a medida que permanezcan más tiempo jugando o socializando en el metaverso estarán sometiendo sus ojos a mayores cantidades de radiación no

natural que puede ser a largo plazo dañina para la visión. Del mismo modo, el uso de auriculares por extensos periodos de tiempo puede afectar el funcionamiento de los oídos e incluso el audio 3D podría afectar permanentemente los sensores humanos de la coordinación y posicionamiento.

De hecho, se conoce que la principal limitación de los programas o herramientas de realidad virtual utilizadas en el mundo científico para examinar y comprender datos experimentales de una manera más amistosa y dinámica, radica en que movimientos bruscos producen ciertos niveles de aturdimiento o vértigo (Clavin, 2019). Por supuesto, falta investigación científica que respalde lo anterior, sin embargo, son elementos claves para el debate.

Asimismo, el metaverso podría potenciar o causar la dismorfia corporal. Las personas podrían sentir mayor presión social para ajustar su apariencia en el mundo virtual, por tanto entrarían en una especie de juego de alterar y manipular sus avatares o cambiar sus identidades digitales de acuerdo con las expectativas de belleza. Así que, si el metaverso centra gran parte de su contenido en el cuerpo y el estilo de vida, podría dejar a los usuarios más susceptibles a la dismorfia corporal y amenazar su mente (T. Basu, 2021). En tal sentido, el asunto de cómo la tecnología afectará la identidad, la personalidad, el comportamiento y las emociones en personas que padecen trastornos de salud mental o grupos vulnerables como niños o jóvenes, representa un reto para su regulación.

Otro aspecto a considerar es que detrás de la innovación existe investigación de alto nivel en informática, ciencia cognitiva y formas de tecnologías narrativas interactivas respaldadas por IA (Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, 2021). Este hecho enciende las alarmas por si se usan algoritmos de recomendación que conduzcan hacia el consumo masivo o al desarrollo de adicción en los usuarios hacia determinados productos digitales.

De igual manera, queda por estudiar las implicaciones de los mundos virtuales en el campo de la seguridad nacional, en particular en controlar la intromisión de los grandes conglomerados tecnológicos en asuntos internos a través de la recopilación de datos de sus ciudadanos, la imposición de monopolios tecnológicos que afectan la soberanía e independencia tecnológica, la instalación de matrices de opinión que favorezcan a determinadas ideas políticas generando conflictos y desorden público, la transculturación en menoscabo de la identidad nacional auspiciando la desintegración y colocando a los países en situación vulnerable ante la acción de agentes externos.

Por tanto, otro complejo desafío es el de establecer estándares y protocolos para el mundo virtual que definan reglas claras, precisas, éticas, morales, sociales y políticas referentes a la recopilación de información personal, protección de la privacidad, seguridad de los datos, transparencia en el intercambio de activos digitales, trabajo virtual, restricción de aplicaciones que puedan representar un alto riesgo para los usuarios, acoso o abuso en línea, adicción al crimen, confusión entre la verdadera realidad y RV (Duarte, 2021; Rodríguez et al., 2021).

Posicionando la tecnología en la opinión pública

Existen iniciativas o eventos que van posicionando la tecnología de una u otra manera en la opinión pública y a su vez van consolidando su desarrollo, concretamente, el Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) (2021) organizó un foro internacional sobre las tendencias globales con respecto a las innovaciones y aplicaciones tecnológicas del metaverso junto con su impacto en múltiples aspectos de nuestro futuro. En la misma tónica, desde el Massachusetts Institute of Technology Massachusetts Institute of Technology (MIT) (2021), se ha ido abordando el tema de cómo la realización de un mundo inmersivo tiene la capacidad de cambiar radicalmente la forma en que nos conectamos.

Más allá de los coloquios, en el Max Planck Institute for Intelligent Systems (MPIIS) (2021), ya se encuentra una línea de investigación sobre el aprendizaje de avatares humanos, síntesis de humanos realistas para juegos, aplicaciones de realidad extendida y *metaverso*. Es importante mencionar que la Universidad de Stanford comenzó a impartir sus cursos de realidad virtual de forma remota interactuando en una especie de metaverso Hadhazy (2021).

Al mismo tiempo, en la Asia Content and Entertainment Fair (ACE Fair) en el 2021 se presentó un pabellón dedicado al *metaverso* que abarcó desde exposición de salas de trabajo de realidad virtual hasta el uso de la tecnología para la atención de salud mental predictiva y proactiva (Ministry of Culture, Sports and Tourism of Korea, 2021). Además, en la Consumer Electronic Show (CES) en el 2022 gigantes tecnológicos como *Accenture*, *Hyundai*, *Nvidia* y *Samsung* presentaron propuestas que apuestan por los mundos virtuales inmersivos (Seitz, 2021).

Por otro lado, algunos gobiernos apuestan por sus aplicaciones, por ejemplo, la administración de la ciudad de Seúl pretende ofrecer servicios públicos apoyados en la citada tecnología (Seoul Metropolitan Government, 2021). En la misma tónica, el gobierno de Barbados establece una embajada en el metaverso de acuerdo a la plataforma virtual basada en *blockchain* denominada Decentraland (2021).

De tal suerte que la propuesta tecnológica ha ido ganando terreno y renombre a través de agentes tecnológicos de gran peso en la escena mundial, en tal sentido, el avance de la misma se puede considerar que es indetenible.

Reflexiones finales

De las secciones anteriores se identifican varias aristas en el desarrollo del metaverso, por un lado es costoso, requiere de tecnologías disruptivas, necesita de un alto consumo de energía y podría representar riesgos para la privacidad e incluso la salud. Por el otro, impulsará desde

la innovación de productos y plataformas digitales hasta la generación de un nuevo modelo de comercio electrónico e incluso el auge de la tokenización de la economía, también estimulará nuevos requerimientos de materia prima, por consiguiente, una oportunidad para dinamizar aún más la economía de los países.

Asimismo, el entorno virtual puede ayudar a mejorar la experiencia en el teletrabajo por su capacidad de crear realidad inmersiva. También puede cambiar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el campo de las ciencias básicas e inclusive permitiría su avance ya que facilitaría la comprensión de estructuras complejas, como por ejemplo átomos, moléculas o macromoléculas a través de visión artificial y realidad interactiva.

Ahora bien, se debe estar alerta para no dejarse deslumbrar por el espejismo que muestra la tecnología porque en el fondo resulta ser una realidad engañosa, sobre todo cuando se analiza quienes son los que tienen la capacidad para desarrollarla. Se debe tener presente que su principal impulso es la explotación comercial y no para aligerar cargas a la humanidad.

Es necesario reflexionar que desde hace algunas décadas, se ha ido instalando una campaña publicitaria muy bien planificada sobre la necesidad de estar más conectados, en alusión a interactuar cada vez más a través de la red. Sin embargo, resulta que más que fortalecer las relaciones interpersonales las ha debilitado. Paradójicamente, la red nos puede estar convirtiendo en individuos más aislados, debido a la adicción desarrollada por la pantalla. Esa especie de situación contemplativa de lo que se presenta en el mundo digital, va apartando a las personas de su realidad e impulsándolas al consumo de productos digitales, de tal manera que el trasfondo de la conexión promocionada por la mediática es la de captar serviles consumidores que alimentan a la gran maquinaria tecnológica.

En ese sentido, con la entrada en escena del metaverso, al parecer sin marcha atrás, por ser una tecnología con un alto poder de embelesamiento, se hace necesario considerar su impacto social, cultural, psicológico y ético. Sobre todo cuando se entiende que detrás de la innovación existe una maquinaria que estudia la imaginación y los fenómenos sociales. Dicho conocimiento puede ser utilizado para la manipulación publicitaria para el consumo de ciertos bienes y servicios hasta la siembra de falsos valores en los jóvenes o en la población en general, e incluso la adición a los entornos virtuales como causa de trastornos mentales, son motivos suficientes para estar alerta ante los nuevos modos de entretenimiento.

También, el consumo de energía eléctrica representa una nueva carga sobre la naturaleza. Además, la demanda de hardware para sustentar la tecnología impulsará mayor extracción de nuevos minerales que tradicionalmente está acompañada por el uso de agentes contaminantes, impactando negativamente sobre los suelos, las aguas y el aire, traducándose al final en el deterioro de la calidad de vida de la humanidad, junto con amenazas de extinción de especies animales y vegetales.

Otro aspecto a tomar en cuenta es el ejercicio de la soberanía en las nuevas plataformas digitales, en particular, el control sobre riesgos y amenazas asociados al uso de tales entornos para favorecer ciertas tendencias de opinión que buscan la desestabilización y anarquía en los países con fines políticos y económicos.

Es un tema abierto la cuestión de si es necesario su desarrollo. También es oportuna la pregunta sobre ¿cuál es la necesidad de crear vidas paralelas virtuales? Sin ahondar en cuestiones filosóficas, el asunto es que por ser una tecnología más invasiva, con posible afectación al ambiente, con posibilidad de usar inadecuadamente nuestros datos para favorecer intereses económicos e incluso ser causa potencial de adicciones o de algún tipo de trastorno mental, constituyen aspectos elementales para colocar en una balanza su propuesta de implementación.

Por tanto, es oportuna la reflexión de que el metaverso es más que una realidad inmersiva. Se hace imperioso revisar la tecnología, estudiarla, comprenderla y debatir su pertinencia con la población. Este breve escrito no tiene como intención dar una mirada paranoica a la propuesta tecnológica, de hecho se ha presentado que puede tener oportunas ventajas, pero, se ha listado un conjunto de elementos que representan bordes filosos a los cuales se les debe tener cuidado.

Referencias

- Bardi, J. (2020). *What is Virtual Reality? [Definition and Examples]*. Marxent. <https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/>
- Barral, M. (2021). *Así afectan los videojuegos a la agudeza visual*. OpenMind. <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/mundo-digital/videojuegos-agudeza-visual/>
- Basu, S. (2022). *Exploring the Metaverse and How Quantum Computing Plays a Role*. Medium. <https://medium.com/my-metaverse/exploring-the-metaverse-and-how-quantum-computing-plays-a-role-a1e227f93d2b>
- Basu, T. (2021). *The metaverse is the next venue for body dysmorphia online*. MIT Technology Review. <https://www.technologyreview.com/2021/11/16/1040174/facebook-metaverse-body-dysmorphia/>
- Bosworth, A. (2021). *Building the Metaverse Responsibly*. Meta. <https://about.fb.com/news/2021/09/building-the-metaverse-responsibly/>
- Chandar, V. (2021). *Investing in the Metaverse: New Opportunities in Virtual Worlds*. Morgan Stanley. <https://www.morganstanley.com/articles/metaverse-opportunities-virtual-reality-augmented-reality-technologies>

- Clavin, W. (2019). *Virtual Reality for Scientists*. California Institute of Technology. <https://www.caltech.edu/about/news/virtual-reality-scientists>
- Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory. (2021). *D. Fox Harrell*. MIT CSAIL. <https://www.csail.mit.edu/person/d-fox-harrell>
- Decentraland. (2021). *So proud today to welcome the Government of Barbados to Decentraland, establishing the world's first metaverse embassy*. Twitter. <https://twitter.com/decentraland/status/1460237865888190469?s=20>
- Duarte, M. (2021). *Metaverso: análisis geoestratégico de este nuevo universo virtual*. ALAI. <https://www.alainet.org/en/node/214401?language=en>
- European Commission (EC). (2021). *Tendencias Científicas: ¿Qué es el metaverso y por qué Facebook planea contratar a 10 000 personas en la Unión Europea para crearlo?* CORDIS. <https://cordis.europa.eu/article/id/435347-what-is-the-metaverse-and-why-is-facebook-planning-to-hire-10-000-in-the-eu-to-build-it/es>
- González, J. (2021). *¿Necesita el planeta un metaverso?* abc. https://www.abc.es/antropia/abci-necesita-planeta-metaverso-20211223151136_noticia.html
- Guillemot, N. (2021). *Journey Through the Metaverse: Digital Twins Are Synchronizing the Physical and Virtual*. Hello Future. <https://hellofuture.orange.com/en/journey-through-the-metaverse-digital-twins-are-synchronizing-the-physical-and-virtual/>
- Hadhazy, A. (2021). *New course among the first taught entirely in virtual reality*. Stanford University. <https://news.stanford.edu/2021/11/05/new-class-among-first-taught-entirely-virtual-reality/>
- Human Interface Technology Lab (HITL). (2019). *VR Components*. HITLab. http://www.hitl.washington.edu/projects/learning_center/pf/whatvr1a.htm
- Iberdrola. (2020). *Gemelos digitales, claves en la Cuarta Revolución Industrial*. Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/innovacion/gemelos-digitales>
- Ince, D. (2002). *Diccionario de Internet*. Editorial Complutense.
- Kanterman, M. (2021). *Metaverse may be 800billionmarket,nexttechplatform*. Bloomberg Finance. <https://www.bloomberg.com/professional/blog/metaverse-may-be-800-billion-market-next-tech-platform/>
- Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST). (2021). *Digital Big Bang, Metaverse Technologies*. Korea Advanced Institute of Science y Technology. https://news.kaist.ac.kr/newsen/html/news/?mode=V&mng_no=16030
- Marsden, M., Hazas, M. y Broadbent, M. (2020). *From One Edge to the Other. Proceedings of the 7th International Conference on ICT for Sustainability*, 247-254. <https://doi.org/10.1145/3401335.3401366>
- Massachusetts Institute of Technology (MIT). (2021). *Media Lab metaverse panel*. MIT Media Lab. <https://www.media.mit.edu/events/metaverse-panel/>
- Masterson, V. (2022). *5 tech trends to watch in 2022*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2022/01/tech-trends-in-2022/>
- Max Planck Institute for Intelligent Systems (MPIIS). (2021). *Research Software Engineer – Digital Humans (f/m/d) — Computer Vision and Virtual Humans*. Max Planck Institute

- for Intelligent Systems. <https://ps.is.mpg.de/jobs/research-software-engineer-digital-humans-f-m-d>
- McAllister, K. (2022). *What's the biggest effect the metaverse will have on IoT, or vice versa?* Protocol. <https://www.protocol.com/braintrust/metaverse-effects-internet-of-things?rebelltitem=19#rebelltitem19>
- Merriam-Webster. (2021). *What is the «metaverse?»* [párr. 1]. Merriam-Webster. <https://www.merriam-webster.com/words-at-play/meaning-of-metaverse>
- Organización de los Estados Americanos (OEA). (2021). *OEA y Meta crean alianza para entrenar a miles de creadores de América Latina en Realidad Aumentada*. Organización de los Estados Americanos. https://www.oas.org/es/centro_noticias/comunicado_prensa.asp?sCodigo=C-116/21
- Pradas, A. (2021). *Realidad Aumentada, ¿qué es y para qué sirve? Aplicaciones*. EDS Robotics. <https://www.edsrobotics.com/blog/realidad-aumentada-que-es/>
- Ratan, R. y Meshi, D. (2022). *The metaverse is money and crypto is king – why you'll be on a blockchain when you're virtual-world hopping*. The Conversation. <https://theconversation.com/the-metaverse-is-money-and-crypto-is-king-why-youll-be-on-a-blockchain-when-youre-virtual-world-hopping-171659>
- Rodríguez, K., Opsahl, K., Mir, R. y Leufer, D. (2021). *Mundos virtuales, personas reales: los derechos humanos en el metaverso*. Electronic Frontier Foundation. <https://www.eff.org/es/deeplinks/2021/12/virtual-worlds-real-people-human-rights-metaverse>
- Seitz, P. (2021). *CES 2022: Electric Vehicles, Digital Health, Metaverse In Focus*. *Investor's Business Daily*. Investor's Business Daily. <https://www.investors.com/news/technology/ces-2022-electric-vehicles-digital-health-metaverse-in-focus/>
- Seoul Metropolitan Government. (2021). *Seoul, First Local Gov't to Start New-Concept Public Service with "Metaverse Platform"*. Seoul Metropolitan Government. <https://english.seoul.go.kr/seoul-first-local-govt-to-start-new-concept-public-service-with-metaverse-platform/>
- Stephenson, N. (1992). *Snow Crash* [Traducido por J. Barranquero]. Editorial Gigamesh. https://www.icesi.edu.co/blogs/identidadesavatar/files/2009/01/neal_20stephenson_20_20snow_20crash.pdf
- Udoji, A. (2021). *The Metaverse is coming — it just needed 5G*. Verizon. <https://www.verizon.com/about/news/5g-makes-metaverse-real>