

LINEAMIENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA EL METAVERSO COMO PROCESO DE CONVERGENCIA TECNOLÓGICA: UN APORTE DESDE EL ENFOQUE DE REDES DE POLÍTICA PÚBLICA

DOSSIER

RAÚL ANDRÉS TABARQUINO MUÑOZ - raul.tabarquino@correounivalle.edu.co
Universidad del Valle, Colombia / Universidad de Buenos Aires, Argentina

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s16668979/d5t4zflgc>
DOI: <https://doi.org/10.62174/arg.2025.10832>

FECHA DE RECEPCIÓN: 24-5-2025
FECHA DE ACEPTACIÓN: 23-9-2025

Resumen

El presente artículo es resultado de la estancia posdoctoral en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires; aporta a la comprensión y análisis del metaverso a partir del enfoque teórico de redes de política pública y la metodología del análisis de redes sociales (ARS), que permiten apropiarse y analizar información mixta (cualitativa y cuantitativa). El propósito de la investigación es esbozar actores relevantes, tipologías, categorías de relaciones y vínculos, indicadores posicionales y estructurales, de la dinámica en red del metaverso; los resultados evidencian que no existe a la fecha una definición y propuesta organizacional única de metaverso, además la dinámica en red del metaverso está dada por la yuxtaposición de sub redes; y la discusión plantea lineamientos de política pública para el metaverso como proceso de convergencia tecnológica, a partir de la tipología de comunidad de política o *policy community*.

Palabras claves: Metaverso, redes de política pública, análisis de redes sociales, plataformas digitales

772

PUBLIC POLICY GUIDELINES FOR THE METAVERSE AS A PROCESS OF TECHNOLOGICAL CONVERGENCE: A CONTRIBUTION FROM THE PUBLIC POLICY NETWORKS APPROACH

Abstract

This article is the result of my postdoctoral fellowship at the Faculty of Social Sciences at the University of Buenos Aires. It contributes to the understanding and analysis of the metaverse through the theoretical approach of public policy networks and the methodology of social network analysis (SNA), which allows for the appropriation and analysis of mixed information (qualitative and

quantitative). The purpose of this research is to outline relevant actors, typologies, categories of relationships and links, positional and structural indicators of the network dynamics of the metaverse. The results show that, to date, there is no single organizational definition or proposal for the metaverse. Furthermore, the network dynamics of the metaverse are determined by the juxtaposition of subnetworks. The discussion proposes public policy guidelines for the metaverse as a process of technological convergence, based on the typology of the policy community.

Keywords: Metaverse, public policy networks, social network analysis, digital platforms

El presente artículo es resultado de la estancia postdoctoral en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires (abril–octubre 2024) en el Instituto de Investigaciones Gino Germani (IIGG), Grupo de investigación Equipo Sociedad, Internet y Cultura (E-SIC), bajo la tutoría de la Investigadora Silvia Lagos Martínez en el programa de Investigación sobre la Sociedad de la Información (SOCINFO) –proyecto de investigación “Sociabilidad y Plataformas digitales. Nuevas formas de vinculación, construcción de lazos y tensiones en la cultura digital”– y la propuesta de investigación posdoctoral denominada “Lineamientos de Política Pública para el Metaverso como Proceso de Convergencia Tecnológica”.

1. Introducción

1.1. Justificación y Contexto

La comprensión de la realidad a través de entornos digitales, algoritmos y simulaciones no es algo propio del siglo XXI (Ambrosio y Fidalgo, 2020; Dhaya et al., 2025; León Serrano, 2023; Papadopoulos et al., 2025), es un tema de agenda en la evolución histórica y consolidación de las ciencias de la computación y la informática, en cuanto a la validez y análisis del dato como fuente de valor agregado para la toma de decisiones y comprensión de la percepción de la realidad: i) Bases del *Natural language processing*, *Big Data* e Inteligencia artificial. En 1936 Alan Turing propone números computables para las decisiones; ii) Machine Learning–Walter Pitts y Warren McCulloch en 1943, proponen mapear matemáticamente el pensamiento y la toma de decisiones en los seres humanos; iii) Segunda Guerra Mundial en 1943, Alan Turing decifra códigos alemanes encriptados, con la maquina Enigma (esta consolida códigos a partir de la información de signos), la cual fue inventada por Arthur Scherbius en la primera guerra mundial; iv) el cinematógrafo

Morton Heilig en 1957 a 1962, inventa el Sensorama¹, el cual es la base de la realidad aumentada y extendida; v) Bases de la realidad aumentada, Ivan Edward Sutherland en el año 1963, inventa el primer casco de visualización que mezclaba gráficos con la realidad; Myron Krueger en el año de 1970, desarrolla un entorno de interacción entre humanos y proyecciones (*Videoplace*); vi) aplicación de la tecnología de estereolitografía (impresión en 3D) en el año 1986, por Chuck Hull para la creación de objetos tridimensionales; vii) bases para el *blockchain* o cadenas de Bloque. En 1991, Stuart Haber y W. Scott Stornetta, proponen marcas de tiempo en archivos y documentos para no ser manipulados; viii) bases de la *Spatial computing* (integración básica de sensores y la realidad aumentada), realidad tridimensional con *IoT* (internet de las cosas año 2000); y ix) el proceso implementado por el ejército de los Estados Unidos desde el 2018 “*Synthetic Training Environment*”, en donde se dinamiza un entorno de simulación para entrenamiento donde convergen lo virtual, lo constructivo, el sentir y el objetivo.

En el año 2021, la empresa *Facebook* redefine la lógica de las redes sociales, propone un entorno digital denominado metaverso, que establece la capacidad de potenciar y efectuar nuestras intenciones, interacciones y relacionamientos sin resistencia (existencia de jerarquía o aplicación de regulación), sin ninguna dimensión coercitiva para dinamizarnos como seres racionales y tomadores de decisiones; un nuevo humanismo, definido por la refabricación de lo real, donde la vida cotidiana está totalmente idealizada, sin azar, gestionado por inteligencia artificial y rodeado por píxeles (Integrismo digital), donde se plantea un régimen de existencia calculado, cuantificado, parametrizado y diseñado mediante el análisis de nuestro comportamiento a partir de los algoritmos (Bonini y Treré, 2024; Gendler, 2023; Sadin, 2024); la yuxtaposición de lo real con la modelación de lo real a partir de los algoritmos –tecnoliberalismo– (Hui, 2019; Sadin, 2017, 2023).

¹ Herramienta tecnológica de silla y cabina, que tiene la finalidad de consolidar experiencias sensitivas (ojos cerrados o vendados, sonido, silla móvil, vibraciones, olores, texturas, temperatura y sabores).

La integración del metaverso en la gobernanza de internet y gobernanza digital, exige una infraestructura tecnológica que consolide aplicaciones con el uso intensivo de datos, con el fin de fortalecer la co-creación de nuevas tecnologías e ideas creativas, impulsando la evolución digital de los servicios públicos (Barrio, 2024; Jobe et al., 2024; Kshetri et al., 2024; Lnenicka et al., 2024; Neves y Bacalhau, 2024; Ramos 2024; Ritterbusch y Teichmann, 2023; Schöbel y Leimeister, 2023; Sordo y Vite, 2024); por tal razón, se genera una simbiosis con la inteligencia artificial y la industria 4.0² (Galíndez, 2024; Ioannidis y Kontis, 2023; Papadopoulos et al., 2025; Sadin, 2024), que permite en tiempo real complementar, experimentar y actualizar procesos de sociabilidad, interacción y valor agregado; demandar de forma estructural la Convergencia Digital y Tecnológica de entornos, objetos y condiciones, paralelas a la realidad física o la interacción dual entre lo físico y lo virtual, por medio del intercambio de datos entre dispositivos y sistemas a través de internet, o redes de comunicaciones que se denomina *IoT* -Internet de las Cosas-³. En esta dinámica, los usuarios mediante avatares (representación gráfica como identificación en el mundo virtual) y tecnologías convergentes (computación en la frontera o proceso perimetral, sensores hápticos, 5G, inteligencia artificial, realidad aumentada y la realidad virtual. Realidad extendida, gemelo digital y blockchain), interactúan y realizan actividades-acciones cotidianas como si estuvieran en el mundo real en espacios virtuales/digitales inmersivos (Acevedo Nieto, 2022; Ball, 2020; Barrio, 2023; BID, 2023; Dionisio et al., 2013; Duan et al., 2021; Mystakidis, 2022; Park y Kim, 2022; Vargas et al., 2023; Wang et al., 2022).

² La industria 4.0, se origina en Alemania del año 2011 al 2015; su objetivo es introducir redes inteligentes en la cadena de suministro; conectando computadores, máquinas y sistemas; que registran y actualizan en tiempo real información en la nube e interpretan significados para generación de conocimiento por medio de algoritmos (Feldman y Girolimo, 2021; Lemstra y Mesquita, 2023; Pérez Domínguez, 2024).

³ Ávila 2022 (pág. 3), amplía el alcance del IOT, explicando la relación con el IORT -Internet de las cosas robóticas- “una infraestructura robótica que se nutre de los sistemas de IOT y que gracias a los datos proporcionados por el IOT construye una red de computación de inteligencia artificial interconectado con o hacia una nueva red emergente de IORT que permite realizar tareas autónomas automatizadas en base a unos parámetros u órdenes recibidas a través de la red de IOT (Simoens et al., 2018)”.

1.2. Situación problemática

El metaverso como concepto y valor intrínseco, se referencia en la obra “*Snow Crash*” publicada en 1992, por el escritor norteamericano de ciencia ficción Neal Town Stephenson⁴; el autor construye un metarrelato de la evolución de internet denominado metaverso (un mundo virtual persistente y compartido por millones de usuarios, donde se accede a través de avatares digitales como escape a la dura realidad del siglo XXI), en razón a nudos críticos frente a la relación Estado-sociedad: i) hiperinflación; ii) reducción del gobierno; iii) reconocimiento de la soberanía de empresas y comunidades privadas; y iv) territorios conformados por franquicias de empresas o barrios residenciales privados que funcionan como micro-Estados (con sus propias leyes, normas y seguridad).

Riva y Wiederhold (2022, p. 356) , plantea una diferencia significativa entre el metaverso de Stephenson y el de las empresas de tecnología; el primero es un mundo digital tridimensional (una experiencia de realidad virtual (RV) compartida) que permitía a los usuarios escapar de un mundo físico que se había vuelto poco interesante; y el segundo es la apuesta al metaverso como ecosistema de innovación descentralizado y dinámico, que tiene como objetivo la interrealidad (la fusión entre el mundo virtual y el mundo físico), lo que hacemos en el mundo físico influye en la experiencia en el mundo virtual y viceversa.

Ioannidis y Kontis (2023, p.160), proponen abordar el análisis del metaverso en 4 épocas históricas y plantea una época futura:

- Constitución del Concepto (1905-2009). Introducción a conceptos de mundos paralelos, mundos virtuales y la interconexión del mundo virtual con el real; mediante novelas (la utopía moderna 1905, la máquina se

⁴ Neal Town Stephenson. Formación en Física y Geografía de la Universidad de Boston. Laboro en la empresa de tecnologías espaciales “Blue Origin Enterprises” de EEUU durante 7 años; entre el 2014-2020 trabajo en la empresa de realidad aumentada “Magic Leap” y en el año 2022, lanzó un proyecto denominado Lamina1 (<https://www.lamina1.com/>) para construir un metaverso de código abierto que utilizará contratos inteligentes (protocolo de transacción que ejecuta, controla y documenta automáticamente términos de un contrato o acuerdo) en una cadena de bloques (blockchain y Web3).

detiene 1909, los espectáculos de Pígalión 1913, Otra tierra 1976, Mirror Worlds o mundos espejos (1991) y la teoría de los Digital Twins o gemelos digitales 2002), videojuego (Hábitat 1986) y la película (Avatar 2009). Y la base del desarrollo de la inteligencia artificial con el artículo Computing Machinery and Intelligence (1950) que plantea un test para distinguir una máquina de un humano.

- Propuestas esquemas de metaverso (1982-2011). Describen Metaversos integrados con capacidades y beneficios para los usuarios, mediante novelas (Neuromancer en 1984 y Snow Crash 1992) y películas (Tron, 1982; The Matrix, 1999; y Ready Player One, 2011).
- Experimentación e implementación con tecnología (1962 a la fecha). Primer simulador llamado Sensorama (1962), lanzamiento de videojuegos orientados al metaverso en el año 1993 (CitySpace, CyberTown, Worlds y Active Worlds), juego (Habbo Hotel, 2000), el primer NFT (Quantum, 2014), contratos inteligentes (inventor Nick Szabo, 1993), criptomonedas (Wei Dai, 1998 y Bitcoin, 2009) y redes *blockchain* (Satoshi Nakamoto, 2008), avances en la velocidad 5G (industria 4.0 año 2011), creación de avatares (acuñado por el diseñador de juegos Richard Garriott, 1980) para juegos e interacciones sociales, lanzamiento de IA generativa (ChatGPT en noviembre de 2022).
- Metaversos como plataformas (2003-2023). Juego en línea cooperativos/masivos (Roblox, 2006); comerciales y de sociabilidad (Second life, 2003); espacios digitales/terrenos (Decentraland, 2020).
- Metaverso como escenario prospectivo (2023 en adelante). la interoperabilidad como realidad (navegación rápida y fluida entre metaversos por parte de los usuarios), avatares realistas (capturan expresiones faciales y billetera vinculada), los usuarios podrán hacer uso de su dinero o NFT en todas las plataformas del metaverso de forma descentralizada.

Esta última época, plantean la interoperabilidad e interconectividad⁵ entre el software y hardware para la funcionalidad e implementación del metaverso, que exige la profundización de las siguientes cuestiones:

- Los procesos o fenómenos relacionados con las tecnologías u objetos digitales, ¿buscan uniformar o estandarizar la cultura, la creatividad, el lenguaje y la innovación? (Besnier et al., 2022; Castell, 2013; Harari, 2024; Hui, 2019; Kurzweil, 2015; Morozov, 2013, 2015, 2018; Pasquinelli, 2015; Raunig, 2022; Sadin, 2023, 2024); o esto no ocurre porque ¿la discrecionalidad y racionalidad, que consolidan los seres humanos de forma individual y social, en cuanto a intereses, percepciones y beneficios de las tecnologías u objetos digitales consolida el crecimiento y desarrollo económico? (Bonini y Treré, 2024; Castells, 2001; Crawford, 2021, 2024; Harari, 2016; Hui, 2020, 2024; Sadin, 2017; Schwab, 2016, 2020; Srnicek y Giacometti 2018; Stiegler, 2010)
- La regulación del metaverso como tecnología disruptiva y en construcción, implica el análisis de (Basdevant et al., 2022; Barrio, 2023; Fuenmayor, 2022; Gendler, 2023; Ioannidis y Kontis, 2023; León, 2023; López Serrano et al., 2022; Neves y Bacalhau, 2024; Ramallal y Murillo, 2019; Ramallal et al., 2022; Sordo y Vite 2024; Villarreal 2022): i) la integración y correlación de tres sectores de alta complejidad (la microelectrónica, la informática y las telecomunicaciones); ii) los referentes e indicadores de crecimiento/desarrollo socioeconómico por la diversidad de recursos, intereses, altas inversiones de capital, investigación aplicada, sincronización de productos e innovación, viabilidad costo-beneficio, complejidad y coherencia en infraestructura; y iii) la experiencia del confinamiento social derivado del Covid 19, que fortalece los sistemas multimodales de educación

⁵ La interoperabilidad se refiere a los estándares, protocolos, tecnologías y mecanismos que permiten el flujo de datos y comunicación e información en tiempo real entre diferentes sistemas; con una mínima intervención humana; y la interconectividad a la capacidad de conectar y transmitir información entre diferentes sistemas, dispositivos y redes en un centro de datos (Ávila, 2022).

y aprendizaje; la creatividad a partir de los juegos en 3D; la oferta de bienes y servicios en plataformas; capacidades y experiencias sin límites de sensibilidad o riesgo o barreras físicas; y comunidades de aprendizaje en cuanto a la producción, distribución y uso del conocimiento.

- Schöbel y Leimeister (2023, p. 8): i) ¿Cuáles son las pautas para los propietarios de plataformas en materia de creatividad y las pautas que garanticen la calidad de los bienes producidos y ofrecidos por los proveedores?; ii) ¿Cómo se establecen estructuras de gobernanza e incentivos para la participación de los clientes, teniendo en cuenta la relación entre los propietarios de plataformas, los gerentes y la autonomía de los proveedores de productos-servicios?; y iii) ¿cómo proteger los datos de los sensores o rastreadores de actividad física, cómo se manejan los lagos de datos y cómo se almacenan los datos?
- Ritterbusch y Teichmann (2023, p. 12375): i) ¿cómo debería diseñarse el marco social subyacente para que un Metaverso pueda ser factible, haciendo que el Metaverso sea accesible a la mayor cantidad de usuarios posible, cumpliendo al mismo tiempo con las normas sociales, éticas y legales generales?; y ii) ¿qué actores económicos interactuarán entre sí, cómo interactuarán y qué se intercambiará?; y iii) ¿Qué problemas o coyunturas, se genera cuando muchos actores tienen diferentes versiones de metaverso (interoperabilidad)? ¿Dónde se incluye la interconectividad?

779

Las cuestiones anteriores, tienen la transversalidad inherente, de la presencia del Estado como agente regulador e innovador (Barrio, 2024; BID, 2023; De Asúa et al., 2022; Chen y Cheng, 2022; Montes, 2023, 2024; Sadin, 2024), que asume un riesgo en:

- Articular los diferentes actores (públicos, sociales y privados) en un solo fin u objetivo de política pública (Mazzucato, 2019), que maximice la condición de ciudadano y nativo digital, las condiciones de diseño e implementación de dispositivos o entornos digitales que afectan la estructura de consumo y la

interacción social en el metaverso (Basdevant et al., 2022; Lemstra y Mesquita, 2023).

- Diseñar e implementar políticas públicas de Tecnologías u objetos digitales que consoliden la convergencia tecnológica y digital, bajo principios rectores de acceso, equidad y neutralidad en red en el metaverso⁶, con el fin, de garantizar a los diferentes actores (públicos, sociales y privados) y usuarios (ciudadanía digital/nativo digital)⁷, la interacción multisensorial con realidad virtual (VR), realidad aumentada (AR) y realidad mixta⁸; y a su vez las condiciones técnicas que permitan: i) colaboración inmersiva social –realismo–; ii) comunicación integrada en tiempo real –ubicuidad y acceso–; iii) interacción y conocimiento digital –interoperabilidad y escalabilidad–; iv) codificación y lenguajes en plataformas –identidad–; y v) interconectividad (López et al., 2022; Llano Alonso, 2022; Serec, 2022; Sucari et al., 2022).
- Basdevant et al. (2022, p.46), el metaverso es una oportunidad cultural y una fuente de creación de empleo; por lo cual, hay que estudiar en profundidad: i) la cadena de valor del metaverso para determinar las cuestiones económicas y las opciones de inversión prioritarias; ii) la identificación de los obstáculos tecnológicos estructurales; y iii) la relación con la tecnología digital y los escenarios del mañana que cuestionan la sociedad vs tecnología.

780

El presente artículo indaga ¿cómo es la dinámica en red del metaverso (actores relevantes, tipologías, categorías de relaciones y vínculos)? y ¿cuál es la tipología de red de política pública para los lineamientos de política pública del metaverso como proceso de convergencia tecnológica?

⁶ Infraestructura que comparten las organizaciones del internet donde no hay posición dominante e imposiciones tecnológicas; información y contenidos accesibles sin rivalidad (Gendler, 2024).

⁷ Es la utilidad/beneficio de lo digital y tecnológico para la interacción política, la construcción social, la ratificación de derechos y el cierre de la brecha digital (Cabello et al., 2022).

⁸ la suma de todo es la realidad Extendida (Inmersivo –avatares, sensores–; Relaciones de 2d a 3d y 4d –tacto, olfato, gusto–)

2. REFERENTES CONCEPTUALES Y TEÓRICOS

2.1. Redes de Política Pública o Policy Networks

El enfoque teórico de *Policy Networks*, profundiza el análisis entre el contexto y los procesos de políticas públicas, donde el Estado representado por los gobiernos de turno, no es el único actor central en la construcción de capacidades, consolidación de recursos, colaboración e intereses, dada la existencia de actores privados, mixtos, nacionales e internacionales que consolidan curvas de aprendizaje, comparten vínculos por asuntos públicos o dinámicas organizacionales construyendo subsistemas (especializaciones en temas puntuales) a través del tiempo en el diseño e implementación de políticas públicas (Adam y Kriesi, 2019; Borzel, 1998; Chaqués, 2004; Evans, 1998; Jordana, 1995; Kenis y Schneider, 1991; Kickert et al., 1997; Klijn, 1998; Martínez, 2001).

La diversidad de los asuntos y problemas públicos abordados por el enfoque de *Policy Networks*, apropian en el análisis, tipologías de redes de política pública (Marsh y Rhodes, 1992; Van Waarden, 1992), evidenciando la relación entre el contexto y el proceso político: i) *Policy Community* –estable y consistente; equilibrio de poder; recursos óptimos; relación de intercambio; consenso; interés económico o especializado–; y ii) *Issue networks* –inestable y cambios continuos; poder desigual; recursos limitados; relación de consulta; conflicto; diversidad de intereses–.

Klijn (1998, p. 9), señala que existen tres enfoques de redes de política pública desde la ciencia política: i) enfoque de actor racional –las decisiones se concentra en un actor central–; ii) enfoque de racionalidad limitada –la existencia de un grado de incertidumbre en la toma de decisiones por parte del actor central–; y iii) enfoque de proceso –convergen varios actores en la toma decisiones–.

Borzel (1997), da claridad en las escuelas de redes de política pública o *Policy Networks*:

la escuela anglosajona, que vincula el estudio de las redes con los modelos de intermediación de intereses y, en un plano más empírico, con la aproximación

cuantitativa a las interpretaciones pluralistas; y por otro lado, la escuela germánica, más cercana a los modelos teóricos de la gobernanza, donde las redes se equiparan con formas de dirección política distintas a las jerarquías y los mercados, identificando a éstas con la infraestructura de procesos más consensuales de toma de decisiones (p. 20).

2.1.1. Tipología de Actores y Relaciones en una Red

La tipología de actores en una red, se determinan a partir de (Tabla 1): i) los contextos de acción político administrativo, empresarial y socioterritorial (Schneider et al., 2007); y ii) la implementación de normas o leyes que establecen marcos regulatorios (Vallejo et al., 2025).

Tabla 1. Tipología de actores en una red

Actores del sistema de acción político administrativo: integran la administración local, lógica sectorial-vertical y territorial-horizontal, la toma de decisiones públicas, las instancias de concertación interinstitucional y su relación con el sistema del régimen político nacional.
Actores del sistema de acción empresarial: empresas, trabajadores, organizaciones patronales y sindicales, sistemas de acción social de innovación y emprendimiento.
Actores del sistema de acción socioterritorial: organizaciones de la sociedad civil (OSC), organizaciones sociales de base, organizaciones activas de las demandas e iniciativas de la ciudadanía y organizaciones según una lógica territorial que orienta a responder a necesidades básicas de las comunidades locales.
Actores Reguladores: El gobierno o agencias gubernamentales, los actores que diseñan aplican y sancionan la ley, ejercen la regulación y control, influencia en la toma de decisión.
Actores Regulados: Los actores a los que se les aplica el marco regulatorio o ley de acuerdo a su forma de operar o papel en la sociedad o sistema, desarrollan capacidades y transan recursos para ser importantes en la dinámica del sector. Los actores regulados son agentes privados, públicos y mixtos.
Actores No Regulados: Son de naturaleza nacionales e internacionales, ejercen influencia a través de procesos y actividades que están por fuera de las competencias que asigna el marco regulatorio; inciden en los asuntos públicos o privados del sector o del territorio como referentes o validadores por su capacidad, habilidades organizacionales, recursos tangibles y no tangibles que los hacen visibles en la dinámica del sector regulado. Los actores a los que la regulación no controla y no les genera incidencia organizacional; son agentes público-sociales o privados que representan alguna colectividad o interés organizacional o gremial o social.

782

Fuente: Elaboración propia 2025, a partir de Schneider 2007.

Las relaciones de los actores en una red, están condicionadas a los acuerdos, intereses y objetivos comunes; con un grado de interdependencia y beneficio, que no depende de lo formal (normas, leyes, esquemas de regulación, etcétera) e informal (trueque, bienes comunes, negociaciones coyunturales, etcétera); sino por el contrario de capacidades y recursos, que les permite entrar y salir de la red o en su condición crear subredes.

Araujo, 2009 (P.134) y Teja et al., 2014 (P. 18), definen las relaciones a partir de acciones y valores, que consolidan niveles y categorías (Tabla 2).

Tabla 2. Relaciones en una Red

Relaciones existentes en una red (Teja 2014)			Relaciones existentes en una red (Araujo 2009)	
Nivel	Acciones	Tipo de relación basada en el valor	Tipo de relación	Acciones
1.Reconocimiento	Reconocer que el otro existe	Aceptación (A)	Contacto	El actor mantiene comunicación por vía email, presencial, teléfono u otro canal con las organizaciones para intercambiar información y experiencias
2.Conocimiento	Conocer lo que el otro es o hace	Interés (I)		
3.Colaboración	Prestar ayuda esporádica	Reciprocidad (R)	Colaboración	El actor participa de manera formal o informal en algunas acciones o actividades con las otras organizaciones
4.Cooperación	Compartir actividades y/o recursos	Solidaridad (S)	Cooperación	El actor participa y/o tiene y/o promueve actividades definidas o con fines específicos conjuntamente con otras organizaciones
5.Asociación	Compartir objetivos y proyectos	Confianza (C)	Provisión	El actor contrata y/o es contratado con el fin de diseñar o desarrollar proyectos y ejecutar estrategias y programas definidos
			Coopetición	El actor coopera y compite con las organizaciones

Fuente: Elaboración propia 2025, a partir de Teja et al. (2014) y Araujo (2009).

Las relaciones de cooperación, coordinación y colaboración entre el gobierno, empresas y organizaciones; consolidan acuerdos alcanzables y cuestionables de forma constante por la dinámica de los territorios u actores; lo cual se denomina, la *network governance* o gobernanza en red, que tiene tres características: i) multinivel –redes entre actores públicos y privados en procesos políticos–; ii) interdependencia –colaboración y coordinación para el abordaje de problemas o situaciones específicas de orden poblacional o sectorial–; iii) institucionalización –continuidad en los procesos y toma decisiones en los territorios–; y iv) capacidades y recursos para responder a la simplicidad y asimetrías del contexto (Castillo de mesa, 2019; Müller, 2023; Vallejo et al., 2025).

2.1.2. Recursos y Dimensiones en una red de política pública

Los recursos en una red de política pública, no son de igual pertinencia ni tienen el mismo peso entre los actores, lo cual, evidencia ventajas competitivas y comparativas, que se traducen en asimetrías entre los actores.

Vázquez (2014, p.152) y Serna (2012, p. 88) definen los recursos implicados en una red de política pública del siguiente modo: i) Políticos: legitimidad (reconocimiento), solidaridad, difusión y apoyo en función de que se juzguen convenientes los objetivos, decisiones y actividades de la red; ii) Humanos: trabajo

voluntario, apoyo técnico, conocimiento especializado y liderazgo; iii) Organizacionales: membresía (sentimiento de pertenencia a la red), acceso a redes, conocimiento y capacidades sobre manejo organizacional, reclutamiento de integrantes y asistencia en requerimientos administrativos; iv) Materiales: recursos materiales, espacios de reuniones y equipos necesarios para las funciones adjetivas de la red; v) Culturales: comprensión de los problemas y asuntos ante los cuales se actúa, acceso al conjunto de valores y percepciones de los actores; vi) Financieros: recursos monetarios que hacen que los proyectos sean viables en su diseño e implementación; y vii) Legales: reglas organizativas generales como reglamentos y estructura organizativa, reglas de operación de programas y aplicación de fondos.

Chaqués (2004) y Vázquez (2014), proponen dimensiones de análisis para las características o propiedades de las redes de política pública: i) Dimensión horizontal: Estructura de relaciones entre los actores que componen la red, identificando el tipo de actores involucrados, su nivel de heterogeneidad y la densidad de sus relaciones; ii) Dimensión vertical: Diferenciación entre los actores según su jerarquía, reconociendo la centralización de la red, la distribución del poder estructural y la ordenación jerárquica subyacente; y iii) Dimensión diagonal: Identificación de los vínculos intersectoriales y la reciprocidad entre los actores.

784

3. Metodología

La metodología se define a partir del enfoque nominalista y realista⁹ del análisis de redes sociales o *social network* –ARS– (Hanneman y Riddle, 2005; Lozares y Verd, 2015; Molina y Ávila, 2009; Ortiz y Espinosa 2023; Pericàs y Olive, 1999;); en el primero se establece la tipología y dinámica de los diferentes metaversos en cuanto a las empresas, temáticas, tecnologías utilizadas, país de origen, año, iniciativas gubernamentales y organizaciones que lo implementan. Y el segundo, la relación e

⁹ i) El enfoque nominalista: Los expertos o investigadores, establecen por su conocimiento un marco analítico-conceptual que delimita la dinámica de los actores sea por interés o antecedentes o beneficios de los mismos; y ii) El enfoque realista: los expertos o investigadores, parten del entendimiento de la lógica y naturaleza de los actores como sus perspectivas, historia, objeto organizacional, estrategias y conocimiento adquirido a través de procesos donde el experto ha interactuado con los actores como investigador o consultor.

interacción entre los metaversos definido por el *core business*, tecnologías u objetos digitales, operativización, Interoperabilidad e interconectividad.

Lo anterior se realiza por medio de la apropiación y análisis de información mixta (Chaves Montero, 2018; Patton, 2002;): 1) Primarias: entrevistas y/o conversatorios con investigadores del Instituto de Investigaciones Gino Germani (IIGG), en lo relacionado con el concepto de plataformas; cuestionario enviado a expertos de metaverso (concepto, actores y consideración/proposición); 2) Secundarias: i) artículos de revistas especializadas en metaverso¹⁰; ii) Entrevistas y video-conferencias en la *web* relacionadas con el metaverso y tecnologías digitales¹¹.

La validación y organización de los resultados, está dada por la operativización metodológica del análisis de redes sociales –ARS– (Quiroga, 2003; Rodríguez, 2005; Velázquez et al., 2005; Wasserman y Faust, 1994), que se detalla a continuación:

- **Matrices y Visualización.** De forma exploratoria, se representará por medio de una matriz de nxn simétrica (reciprocidad y bidireccional), los actores y relaciones; donde la existencia de vínculo estará representada por uno (1) y la no existencia de vínculo por Cero (0). La herramienta computacional para la visualización de la red será UCINET 6.0

¹⁰ La revista científica Journal of Metaverse (<https://dergipark.org.tr/en/pub/jmv>); la Academia de Ciencias de Asia y el Pacífico (APACSCI- <https://aber.apacsci.com/>) con la revista Metaverse (<https://aber.apacsci.com/index.php/met/about/editorialPolicies#focusAndScope>) y la editorial independiente Mary Ann Liebert, Inc (<https://www.liebertpub.com/action/doSearch?AllField=metaverse>).

¹¹ The Metaverse: Challenges And Regulatory Issues (Full Version) - <https://www.youtube.com/watch?v=zdxpZDP4Ddk->; Gemelos digitales y el metaverso industrial - <https://www.youtube.com/watch?v=jik3OY3s7SA->; ¿Qué es el Metaverso y cuál es su utilidad? - <https://www.youtube.com/watch?v=LBObKG5DqvA->; ¿Qué es el metaverso industrial? - <https://www.youtube.com/watch?v=FoBNYTAeT24->; Qué es el metaverso y cuáles son las dudas que genera este mundo “gemelo” digital -<https://www.youtube.com/watch?v=XIJwITC2DeU->

- Indicadores Estructurales y Posicionales. Para esta investigación, se calculan las medidas básicas densidad¹², índice de centralización¹³, grado de centralidad¹⁴, grado de intermediación¹⁵ y grado de cercanía¹⁶.

4. Resultados y discusión

4.1. Actores y Tipología de metaversos

La condición geopolítica, evidencia que el país líder en metaversos al año 2024 (tabla 4) con empresas representativas en el ámbito tecnológico es: i) EEUU con 21 (68%); ii) China con 4 (13%); y iii) Corea del Sur, Vietnam, Suecia, Canadá, República Checa, Inglaterra con 1 (3,2%).

Tabla 4. Categorías de Metaversos al 2024

Convergencia Tecnológica en todos los metaversos:				
*Realidad virtual y realidad extendida				
*Inteligencia Artificial para el procesamiento de información				
Metaverso	Empresa	Año de Creación	Temática	País
SecondLife	Linden Lab	2003	Universo virtual compartido en tiempo real donde los usuarios pueden interactuar y crear contenido a partir del universo.	
Labs Google	Google	2006	Productos y servicios de aprendizaje automático.	
Roblox	Roblox Corporation	2006	Creación de contenido y videojuegos	
Fortnite	Epic Games	2007	Videojuego multijugador	
Minecraft	Mojang Studios	2011	Videojuego multijugador accesible en servidores privados.	
Virbela	Virbela Inc	2012	Plataforma para crear universos virtuales inmersivos compartidos en el tiempo	
RecRoom	Rec Room Inc	2016	Juego <i>online</i> multijugador masivo de realidad virtual	

¹² La conexión de la red es alta o baja entre actores.

¹³ Establece si hay un actor central o que controle la red, si el valor es 100% la red es estrella y si el valor es el 0% la red es horizontal.

¹⁴ Muestra los actores centrales en la red de acuerdo al número de vínculos de cada actor o nodo

¹⁵ Los actores o nodos que están en las rutas o conexiones de otros actores o nodos de forma frecuente.

¹⁶ Este cálculo se puede realizar cuando la matriz es simétrica, mide la cercanía de un actor o nodo en relación con el resto de la red, es decir, la capacidad que tiene un actor o nodo de alcanzar a los demás actores o nodos de la red

Mesh	Microsoft	2017	Plataforma basada en la nube para la colaboración en realidad mixta en aplicación y servicio	EEUU
Octi	Octi Inc	2017	Red social en realidad aumentada	
Bigscreen	Bigscreen Inc	2017	Salas de chat en tiempo real y de realidad virtual donde los usuarios pueden interactuar	
VRchat	VRchat Inc	2017	Universo virtual compartido en tiempo real donde los usuarios pueden crear contenidos y experiencias <i>online</i> .	
Sansar	Linden Lab	2017	Plataforma que ofrece eventos virtuales compartidos en tiempo real	
Mozilla Hubs	Mozilla	2018	Plataforma de código abierto para la creación de mundos virtuales.	
Cryptovoxels	Nolan Consulting Group	2018	Red social virtual donde se puede Exhibir NFTs –creación única que no se puede reemplazar–, obras de arte digitales, fiestas. Funciona con cadena de bloques de Ethereum.	
Core	Manticore Games	2019	Universo virtual compartido en tiempo real donde los usuarios pueden interactuar y crear contenidos y experiencias <i>online</i> .	
UXart	IBM	2019	Laboratorio de arte y tecnología	
Omniverse (Nvidia)	Nvidia	2020	Colaboración en diseño 3D en tiempo real y plataforma de simulación de mundo virtual/gemelo digital	
Decentraland	The Decentraland Foundation	2020	Universo virtual compartido en tiempo real basado en <i>blockchain</i>	
Horizon Worlds	Meta	2021	Universo virtual compartido en tiempo real con vocación social donde los usuarios pueden crear contenidos <i>online</i> .	
Search Labs	Google	2023	Zona de prueba para nuevos productos con tecnologías experimentales	
Nvidia Ace	Nvidia	2023	Crear humanos digitales que no son jugadores que interactúan con IA generativa	
The Sandbox	Animoca Brands	2012	Universo virtual compartido en tiempo real basado en <i>blockchain</i>	
Pixelynx	Animoca Brands	2020	El metaverso musical con juegos, IA y <i>web 3</i>	
XiRang	Baidu	2021	Plataforma de creación de universos virtuales compartidos en tiempo real, que se presenta como un proveedor de SaaS (Software as a service). Los	

			usuarios pueden crear experiencias en línea.	
Yaotai	NetEase	2021	Servicio de conferencias de realidad virtual para profesionales	
Hiberworld	Hiberworld Inc	2017	Plataforma de creación de mundos virtuales donde los usuarios pueden jugar, crear y compartir juegos <i>online</i> .	SUECIA
Zepeto	Naver Z	2018	Universo virtual compartido en tiempo real donde los usuarios pueden interactuar y crear contenidos <i>online</i> .	COREA DEL SUR
Somnium Space	Somnium Space LTD	2018	mundo de realidad virtual (RV) construido sobre la <i>blockchain</i> de Ethereum; los usuarios comprar terrenos, casas, edificios digitales dentro del juego en su metaverso <i>online</i>	INGLATERRA
NeosVR	Solirax	2018	Plataforma de creación de universo virtual	REPUBLICA CHECA
Axie Infinity	Sky Mavis	2018	videojuego en línea basado en la red de cadena de bloques en NFT con criptomoneda Ethereum AXS	VIETNAM
VestaVR	JanusXR	2019	Plataforma de sala de <i>chat</i> alojada en la <i>web</i>	CANADA

Fuente: Elaboración propia 2025 a partir de Basdevant et al., 2022; Chen y Cheng, 2022; Crespo et al., 2023; Medina et al., 2023; Neves y Bacalhau, 2024.

788

El actor gobierno es parte de la dinámica del metaverso por medio de la realidad virtual y extendida, en lo que concierne a servicios públicos y administrativos; Noruega hace presencia en un metaverso definido (Decentraland) y China en el metaverso de XiRang de la empresa Baidu (Google chino) (Tabla 5):

Tabla 5. Iniciativas gubernamentales de Metaverso

País	Iniciativas Gubernamentales
Finlandia	Marzo del 2023, desarrollar a Tempere como ciudad metaverso en servicios públicos, seguridad, medicina, movilidad y eventos; mediante un gemelo digital urbano-social
Corea del Sur	Febrero del 2022, asociación público-privada para el Proyecto de creación de la plataforma virtual “ <i>Metaverse Seoul</i> ” para trámites públicos, con una inversión inicial

	de 200 millones de dólares en subvenciones a universidades y empresas para la expansión tecnológica.
Australia	En la ciudad de Nuevo Gales a partir del año 2023, se explora el uso de la realidad virtual para el aprendizaje y capacitación en profesionales de la Salud. Y se realizan inversiones en realidad extendida para mejorar el transporte.
Estados Unidos	Uso de Realidad aumentada en la ciudad de Filadelfia en el 2001, para la mejora en la experiencia del transporte público para personas con discapacidad. Y Uso del gemelo digital en ciudades como Orlando, Las Vegas y Boston para el mapeo de la dinámica cotidiana de las ciudades.
Reino Unido	En el año 2022, el servicio nacional de Salud, otorga un contrato por mil millones de dólares a una plataforma de evaluación y aprendizaje de IA conversacional-realidad extendida, para que los profesionales de la salud incorporen fuerza laboral al metaverso médico.
Japón	El gobierno en octubre 2023, explora un sistema de apoyo educativo basado en el metaverso en realidad virtual y avatares, para incentivar a los niños que no quieren ir a la escuela.
Israel	Se abre en octubre del 2022, la primera embajada del Metaverso en Corea del Sur, que incluye sala de reuniones y una ambientación de la historia de las relaciones internacionales entre Israel y Corea del Sur.
Noruega	En el año 2022, el centro de registros públicos de la ciudad de Bronnoysund y la autoridad fiscal del país Skatteetaten, se asocian con Ernst & Young, para abrir oficinas virtuales de la autoridad tributaria en Decentraland Metaverse –plataforma de realidad virtual descentralizada 3D–.
Egipto	El ministerio de desarrollo en el 2022, utiliza el metaverso “Realidad Virtual 3D”, para mejorar servicios y capacitación de trabajadores. La Auditoría General de atención médica promueve el turismo médico a través del metaverso.
China	Los ciudadanos experimentan el desarrollo urbano y servicios gubernamentales en el futuro 2025, por medio de XiRang (primera plataforma de metaverso de China) ubicada en el distrito Fengxian de Shanghai.

Fuente: Elaboración propia 2025, a partir de Kshetri et al., 2024 (pp. 2-3)

Y otras organizaciones (universidades, organismos multilaterales y bancos) aplican la noción de metaverso a sus actividades organizacionales (Tabla 6):

Tabla 6. Otras organizaciones que aplican el metaverso

Universidades
Universidad de Tokio (Japón): Fomentar la educación y los estudios de ingeniería entre los jóvenes, mediante una réplica virtual un espacio virtual sin fronteras geográficas.
Universidad de Oxford (Inglaterra): Mundo virtual llamado Oxford Virtual Learning Environment (OLE), los estudiantes acceden a recursos y actividades de aprendizaje.
Universidad de Buenos Aires (Argentina): En el laboratorio de Innovación e Inteligencia Artificial de Facultad de Derecho de la UBA se establece un metaverso similar a un videojuego (2022).
IE Universidad (Segovia, España): La creación del Metaverse Center e inauguración de <i>campus</i> en los metaversos de Roblox y Decentranland (2023).
Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong (HKUST): Réplicas digitales de sus campus a través de una plataforma de metaverso.
Universidad de Nueva York: Mundo virtual llamado NYU Island, los estudiantes acceden a conferencias, talleres y otros eventos académicos desde cualquier lugar del mundo.
Universidad de Stanford: Un mundo virtual llamado Virtual Human Interaction Lab (VHIL), donde los estudiantes experimentan y profundizan el comportamiento humano y las interacciones sociales.
Universidad Manuela Beltrán (Colombia): Aulas virtuales donde los estudiantes se conectan con diferentes dispositivos (celular, computador, RV y RA).
Universidad Taípe (Taiwán) - Universidad Nacional de Tecnología de Taipéi, crea el centro de I+D de Taiwán para investigar el metaverso y la RA.
Organizaciones Internacionales
Agencia de la ONU para refugiados (ACNUR): Plataforma FECTAR, enseña a los niños ucranianos a reconocer las minas terrestres.
HSBC: Sala virtual del banco en el metaverso The Sandbox.
JP Morgan: Sala virtual del banco en el metaverso Decentraland.
INTERPOL: Entrar virtualmente en el edificio con avatares, utilizando dispositivos de realidad virtual.
BID: Laboratorio de tecnología emergente del BID (TechLab) y creó la "Oficina en el Metaverso" para compartir información sobre proyectos, actividades y acoger visitas externas en sus oficinas virtuales.
BM: El equipo de EdTech del Banco Mundial, con el apoyo de fondos de la Alianza para el Desarrollo Digital (Digital Development Partnership), promueve el uso del metaverso para el desarrollo de la fuerza de trabajo por medio de laboratorios de realidad virtual y extendida (XR).

Fuente: Elaboración propia 2025

La dinámica geopolítica del metaverso evidencia, la correlación del ecosistema del metaverso con el ecosistema de los semiconductores o circuitos integrados (CI) o

microchips¹⁷, donde el país de Taiwán concentra en el mercado mundial (60%), con la empresa Taiwán Semiconductor Manufacturing Company Limited (TSMC), la cual, suministra chips a empresas como Apple, Qualcomm y Nvidia; seguida de la empresa Samsung de Japón (16%) y Global Foundries de Estados Unidos (7%); la empresa TSMC tiene una alianza de provisión con la empresa de Holanda ASML Holding NV en relación con las máquinas de radiación ultravioleta extrema.

Y la producción, diseño y comercialización de los semiconductores¹⁸ depende del proceso industrial de las tierras raras, donde el monopolio es de China en: i) la producción tierras raras del mundo (60%); ii) el procesamiento del 90% de las tierras raras del mundo; y iii) la importación de tierras raras en un 98% desde china por parte de la Unión Europea entre los años 2021 al 2024 (Kalantzakos, 2025).

4.2. Relaciones y dinámica del metaverso

Los metaversos más significativos¹⁹, implican 13 organizaciones de naturaleza privada (9 de Estados Unidos y 2 China, 1 Corea del Sur y 1 de Suecia), que han desarrollado 17 metaversos con diferentes objetivos/criterios, donde se matiza la pluralidad de los mismos, que no necesariamente está ligada al *blockchain* o transacciones de activos digitales –NTFs–:

- Core business: i) Video juegos en línea cooperativos/masivos (Fortnite , Roblox y Minecraft); ii) comerciales y de sociabilidad (Horizon Worlds, Second life , Sansar, XiRang y Zepeto); iii) Compra de terrenos-creación

¹⁷ Son utilizados en teléfonos inteligentes, computadoras, autos, empresas, sector aeroespacial y defensa; hay dos tipos chips: i) digital, permite la convergencia tecnológica (audio, imagen y sonido), su diseño está en la lógica binaria; y ii) analógico, es autónomo por la eficiencia en el consumo de energía y su diseño replica redes neuronales del cerebro humano –gradientes de información y relaciones físicas–, que permite cálculos más complejos y precisos.

¹⁸ Participan en este mercado grandes empresas tecnológicas (Google, IBM, Apple, Amazon, Microsoft, Samsung, Tencent, Meta Platforms, Cisco Systems, Broadcom Inc, Sony, Tesla, Intel), empresas de inteligencia artificial (Nvidia, Open IA), empresas de neurotecnología (Neuralink).

¹⁹ Los criterios para establecer los metaversos más significativos, están dados por capacidad y recursos de las organizaciones líderes en tecnología, innovación-usuarios, alianzas y tecnologías digitales (Basdevant et al., 2022, p.104; Chen y Cheng, 2022, p.4; Crespo et al., 2023, p. 6; Medina et al., 2023, p. 81; Neves y Bacalhau, 2024, p. 115).

personalizada de espacios digitales y monetización de experiencias (The Sandbox y Decentraland); iv) producción e innovación en las empresas (Omniverso, Nvidia Ace, Labs Google y Search Labs); v) trabajo-reuniones inmersivas organizacionales (Microsoft Mesh); vi) Industria Musical (Pixelynx); y vii) Laboratorio y Museo de arte digital (UXart)

- Tecnologías u objetos digitales: i) La realidad virtual y realidad extendida (todos los metaversos); ii) siete utilizan *blockchain* (Decentraland, Fortnite, Roblox, Second life, The Sandbox, Pixelynx, Minecraft, UXart y Sansar); iii) cuatro aplican IA generativa (Labs Google, Search Labs, Nvidia Ace, Omniverso); iv) dos combinan tecnologías de la industria 4.0 (IA, Gemelos digitales, RV y RA) para réplicas exactas y simulación de espacios/procesos de la realidad (Nvidia Ace, Omniverso).
- Operativización: Los metaversos se organizan en centralizados –servidores internos y las políticas que regulan– (XiRang , Hiberworld , Zepeto, Yaotai, Core, Sansar , Bigscreen, Roblox, Fortine, VRchat, Horizon Worlds, Second Life, Minecraft, RecRoom) y descentralizados –Uso de criptomonedas o códigos abiertos– (Decentraland, The Sandbox, Axie Infinity, Mozilla Hubs, NeosVR, Somnium Space, Cryptovoxels).

792

La gobernanza en red del metaverso entendida como la consolidación de acuerdos alcanzables y cuestionables de forma constante, se referencia en:

- Interoperabilidad e interconectividad: i) Samsung, Baidu, Intel, Nvidia, Google, Meta, Epic Games y Microsoft pertenecen a la asociación “Metaverse Standards Forum” (<https://metaverse-standards.org/>), donde el sistema de gobernanza está dado por estándares de interoperabilidad, inclusividad y procesos abiertos; y ii) Animoca Brands, The Sandbox y Decentraland pertenecen a la asociación Open Metaverse Alliance (OMA3) (<https://www.oma3.org/#blog>), donde se propone un sistema de gobernanza basado en la transparencia, el control de los usuarios (identidad,

activos digitales) y datos sin restricciones controlados por los usuarios y no por las plataformas.

En el análisis de la información anterior, se identifican un aproximado de 35 actores en la dinámica del metaverso: i) bancos (2); ii) Empresa de Calzado deportivo (3); iii) Fabricación y producción de microchips (4), iv) diseño y comercialización de microchips (4); v) Empresas de Software de juegos y capital riesgo (5); vi) Empresas de Tecnología, informática y consultoría (15); y vii) Tecnología y redes sociales (2).

Se construye una matriz de simétrica (nxn), con las relaciones cualitativas entre los 35 actores y los 17 metaversos más significativos (total 52 actores); las relaciones de los actores están dadas por la cooperación en aproximadamente 16% (comparten actividades y/o recursos y/o proyectos) y Provisión en aproximadamente un 3% (contratan para diseño o desarrollo de proyectos) (Tabla 7).

Tabla 7. Relaciones existentes en red con actores-metaversos

793

		Total	%
Tipo Relación Existente	Cooperación (C)	416	16%
	Provisión (P)	92	3%
Total, Relaciones Existentes en la red (C+P+Ct)		502	19%
Total Relaciones no existentes en la red (TNR)		2150	81%
Relaciones Posibles (RP) = $N \times (N-1) = 52 \times (51)$		2652	100%

Fuente: Elaboración Propia 2025

4.3. Visualización e Indicadores Posicionales y Estructurales del metaverso como red

De forma exploratoria y analítica, se representa una matriz de nxn (52x52) simétrica (reciprocidad y bidireccional); donde la existencia de vínculo estará representada por uno (1) y la no existencia de vínculo por Cero (0). La herramienta computacional para la visualización de la red será UCINET 6.0

El Grafo 1, permite visualizar que:

- Los 17 metaversos (color rojo), necesitan de las industrias de: i) Fabricación y producción de semiconductores o circuitos integrados (CI) o microchips (color Zapote); ii) Diseño y comercialización de chips (color verde); y iii) tecnologías u objetos digitales de la industria 4.0 (Inteligencia artificial, realidad virtual/realidad aumentada, gemelos digitales, internet de las cosas, robótica avanzada, *big data*, *cloud computing*, ciberseguridad y Manufactura 3d).
- Los metaversos centrales de la red son Roblox y The Sandbox; ambos utilizan tecnología en criptomoneda descentralizada (tecnología *blockchain* de Ethereum), desarrollan el concepto de video juego, lo cual, permite el acceso masivo y en su plataforma se realiza experiencia interactiva de ropa deportiva (Roblox: Vans y Nike, The Sandbox: Adidas).
- Los metaversos UXart y Pixelynx, realizan propuestas disruptivas relacionadas con enfoques de arte y música; respaldadas por dos grandes empresas (IBM, EEUU; y Animoca Brands, China-).
- Las empresas centrales en la red con metaversos propios son Google, Microsoft, Meta Platforms Inc, Nvidia, IBM y Baidu (el Google Chino).
- Las empresas cercanas con metaverso propio a las empresas centrales de la red son Roblox Corporation, Epic Games y Mojang Studios.
- Las empresas en la periferia con metaverso propio son Linden Lab, Decentraland, Animoca Brands, Naver Z.

Los indicadores estructurales (Tabla 8) y posicionales (Tabla 9), se calculan utilizando la matriz insertada en el programa Ucinet 6.0; la intención de explicar y profundizar la estructura de la red obtenida a partir de los grafos.

Tabla 8. Indicadores estructurales

Indicadores Estructurales de La Red	Actores con Metaversos
Nodos -número de actores de la red	52
Relaciones posibles	2652
Relaciones Existentes	502
Densidad de la Red	20%
Diámetro de la red	4
cohesión (compactness)	56%
Media de todas las relaciones (Avg Degree)	10
Mínimo y Máximo de relaciones en la red-	1 y 26
Desviación estándar-SD Distance-	70%
Network Centralization o índice de centralización IC= 100% red estrella - un solo actor central en la red-; IC= 0% red horizontal-	32%

796

Fuente: Elaboración propia a partir del programa Ucinet 6.0, 2025

Tabla 9. Indicadores posicionales

Indicadores posicionales	Actores con Metaversos
<i>Degree</i> o grado de centralidad -actores centrales en la red-	<p><u>Empresas</u> Google y Microsoft (26) con el 51% Samsung (25) con el 49% Apple, Amazon, IBM, Meta, (21) con el 41% Sony (20) con el 39% Nvidia (19) con el 37%</p> <p><u>Metaversos</u> Roblox (7) con el 14 % The Sandbox (5) con el 10%</p>
El grado de intermediación (<i>betweenness</i>) o centralidad de intermediación -actor puente, es	<p><u>Empresas</u> Google (183) Microsoft (160)</p>

el intermediario entre otros dos actores del mismo grupo que no se conocen entre sí-	NVIDIA (113) Meta Platforms Inc (110) <u>Metaversos</u> Roblox (4) The Sandbox (2)
El grado de cercanía (<i>closeness</i>) o centralidad de cercanía -capacidad que tiene un actor de alcanzar a los demás actores-	<u>Empresas</u> Google y Microsoft (77) con el 66% Samsung (79) con el 64% Meta Platforms Inc (81) con el 63% IBM (82) con el 62% Amazon y Sony (83) con el 61% <u>Metaversos</u> Roblox-Roblox Corporation- con (104) con el 49%

Fuente: Elaboración propia a partir del programa Ucinet 6.0, 2025

Los indicadores estructurales, evidencian en la red: i) que no existe un solo actor central en la red (32 %); ii) la densidad en la red es baja (20%) pero la cohesión es mayor (56%); y iii) la desviación estándar (70%) refleja los diámetros de la red (4).

Los indicadores posicionales, evidencian en la dinámica en red del metaverso: i) la centralidad, intermediación y la cercanía de las grandes empresas tecnológicas (Google, Microsoft, Samsung, Apple, Amazon, IBM, Meta, Sony y Nvidia); y ii) El principal metaverso es Roblox.

4.4. Lineamientos de Política Pública para el Metaverso como proceso de Convergencia Tecnológica

El metaverso desde enfoque de redes de política pública, se clasifica como una *Policy community* (Comunidad de Política), en razón a:

- El metaverso como red de política pública, aborda la discusión central de lo sociotécnico (heterogeneidad y complejidad), el reconocimiento de la tecnología como actor y su identidad como fenómeno, no es producto simplemente de vínculos; es la yuxtaposición en la red (cada metaverso es una red contextualizada y simplificada).

- La dinámica en red del metaverso, evidencia que la sociedad no se construye por la explosión de inteligencia de individuos aislados o la sumatoria de átomos sociales, por el contrario, es la sociedad constituida a partir de colectivos y colaboración entre lo no humano (tecnología) y lo humano.
- La gobernanza en red del metaverso, no solo se basa solo en lo técnico (interoperabilidad e interconectividad) y en la operativización (centralizados y descentralizados), implica Core Business y Tecnologías u objetos digitales, que validan sectores en desarrollo 5G, inteligencia artificial, semiconductores, Neurotecnología, internet cuántico, óptica y la fotónica.
- Los diferentes metaversos están dinamizados desde la oferta y no desde la demanda, evidenciando un discurso construido en base a la convergencia tecnológica y no a la neutralidad en red.
- Las iniciativas gubernamentales en los metaversos no implican discusiones sociales (acceso, equidad, universalidad), están focalizadas en mejoramientos de procesos organizacionales y mejoramiento de servicios públicos.

La tabla 10, sintetiza los criterios del metaverso como *Policy community* (Comunidad de Política).

Tabla 10. El metaverso como red de política pública

Tipo de Red Política Pública	Policy community (Comunidad de Política)
Idea de Partida	Existe interacción entre gobiernos y organizaciones con las diferentes formas de metaversos; por la desagregación y apuesta en mejora de procesos organizacionales.
Actores	Plural por la diversidad de grupos de interés
Proceso Político	Negociación y discusión natural entre actores, por el cuestionamiento constante del concepto de metaverso y su aplicabilidad
Decisiones	Intercambio de recursos e información de forma permanente entre organizaciones, gobiernos y grupos privados
Papel del Estado	Expectante/Promotor/Mediador

Actores	
Número de participantes	Los actores se dinamizan por recursos, inversiones y capacidades. El Estado no es el actor central La dotación de las inversiones de metaverso es de largo plazo; la inversión inicial debe garantizar el sostenimiento en la Red.
Tipo de interés	Dominio de intereses económicos, profesionales y especializados.
Integración	
Frecuencia de interacción	Los actores tienen frecuencia e intensidad. Existe interdependencia por el control de recursos de información y aprendizaje en grandes núcleos: (i) óptica y la fotónica; ii) ciencias de la computación e informática; iii) microelectrónica; iv) semiconductores (su riqueza en tierras raras y minerales); v) la neurotecnología y la industria 4.0.
Continuidad	Un concepto de persistencia y transformación en el tiempo por la innovación en tecnología. Acceso de forma significativa al metaverso por diferentes tecnologías Adverso al riesgo por parte de las empresas de metaversos, dado por que el acceso a la red varía de forma significativa en la capacidad de leer, entender, sostenerse y aportar a la red
Consenso	Los actores comparten asuntos (interoperabilidad e interconectividad) pero el conflicto está siempre presente por la naturaleza propia de los actores e intereses no compartidos o construidos (diferentes propuestas de metaversos)
Distribución de recursos (en la red)	Los actores disponen de recursos, la relación de intercambio y consulta esta reglada por las innovaciones tecnológicas. Los actores disponen de recursos, pero se conserva la individualidad y discrecionalidad en la toma de decisiones Los actores aportan en una relación de costo-beneficio y costo de oportunidad para la consecución del bienestar y desarrollo del sector.
Distribución interna	Los actores pueden deliberar en la red, la jerarquía es flexible y variada de acuerdo a la capacidad, dotación e intereses de los actores. Se debe incrementar el poder institucional para la participación en la red.
Poder	Existe competencia, provisión, y colaboración entre actores; un juego de suma positiva para que la comunidad persista. Existe asimetría de poder entre actores, porque, en la red existen subredes reflejan recursos y capacidades en acceso por diferentes adaptaciones del concepto de metaverso.
Dimensión de la Red	
Horizontal	Actores públicos, privados, nacionales e internacionales Se consolidan actores académicos, gremiales y consultores
Vertical	Tendencia multicéntrica, el gobierno no ocupa una posición privilegiada e importante. Existe asimetría en la red por las diferentes propuestas de metaverso
Diagonal	Hay conectividad condicionada al contexto internacional por los sectores de semiconductores e industria 4.0.
Recursos implicados en el metaverso como red de política pública	

Político	Legitimidad: i) actores por su conocimiento técnico; ii) actores por experiencia y capacidades en Provisión; iii) actores por experiencia en innovación e infraestructura y conocimiento especializado.
Humano	Conocimiento especializado por parte de actores privados y universidades.
Organizacional	Aprendizaje y transferencia de conocimiento para la Consolidación conceptual y técnica del metaverso. Consolidación de membresías gremiales y capacidades sobre manejo organizacional en la implementación de metaversos. Débil estructuración organizacional de funciones de regulación estatal para la operatividad y prestación privada del metaverso como plataforma. Alianzas estratégicas entre metaversos que discuten la importancia de interoperabilidad e interconectividad.
Materiales	Asociaciones público-privadas para el fortalecimiento del metaverso.
Culturales	Asimetría en la comprensión de los problemas y asuntos por la implementación del metaverso Isomorfismo en la Comprensión de conectividad, innovación y neutralidad tecnológica producto del metaverso No hay diferenciación entre nativo digital y ciudadano digital en el metaverso Integración de los sectores de informática, electrónica y telecomunicaciones Consolidación de la Neurotecnología
Financieros	Recursos monetarios Iniciativas estatales, de proyectos en el diseño e implementación de metaversos. Recursos monetarios no estatales que consolidan la responsabilidad social corporativa de las grandes empresas tecnológicas.
Legales	Falta de leyes y decretos para el desarrollo de infraestructura propia para la conectividad y prestación del metaverso

Fuente: Elaboración Propia 2025

Para la consolidación del metaverso como proceso de Convergencia Tecnológica, los lineamientos de política pública deben garantizar en relación a *Policy community* (Comunidad de Política) lo siguiente:

- El diseño e implementación de la política pública de regulación de algoritmos, que incluya en su enfoque: i) la ética; ii) la discusión y diferencia entre dato / algoritmo; iii) la participación de integral de las ciencias sociales en la construcción y definición de la estructura del algoritmo como constructo de capital social; iv) el largo plazo el control en fallas de mercado

(asimetrías, precios no estables, oligopolios y captura de la regulación) y reducción de la brecha digital; v) la regulación basada en economía del conocimiento, que fortalezca las patentes en tecnología, la soberanía cultural y libertad creativa; con una coordinación de política fiscal que contribuya al desarrollo de la tecnología y planes, programas y proyectos de educación e innovación de aplicabilidad de metaversos a las diferentes organizaciones.

- El valor público que genere la dinámica del metaverso se debe consolidar a través de: i) Empresa pública o mixta de ciencias de datos e inteligencia artificial (soberanía); ii) impuestos a las empresas tecnológicas por la apropiación de los datos; iii) legislación de datos personales (regular el uso de los datos generados por personas) un tema de regalías; iv) el reconocimiento habilidades digitales de la juventudes populares que no son reconocidas por la educación formal; v) Políticas de incubadoras en temas de app, innovación y creatividad y acceso a la tecnología.
- El ajuste o diseño del enfoque de la política pública de salud pública a neuroderechos, donde se considere en el corto plazo: i) la relación costo/beneficio del uso prolongado de tecnologías inmersivas en el contexto profesional, familiar, lúdico y de estudio; ii) la respuesta del cerebro humano a la información obtenida de la realidad virtual y extendida (información geométrica y espacial); iii) la interpretación de las emociones humanas mediante algoritmos en específico datos físicos y fisiológicos; y iv) la discusión de la identidad digital como soberanía.
- Los gobiernos, deben apostarle a un esquema de gobernanza del metaverso que desarrolle cadena de valor, integrando universidades, empresas-organizaciones, sector público que potencien los sectores de: i) óptica y la fotónica; ii) ciencias de la computación e informática; iii) microelectrónica (semiconductores); iv) la soberanía en la riqueza en tierras raras y minerales; y v) la neurotecnología.

- La política pública para el metaverso, debe discutir e integrar en su implementación: i) las empresas no son los únicos voceros del metaverso, por el contrario debe incluir innovaciones transversales y universales, de código abierto, que marquen líneas maestras de la evolución del metaverso, donde se priorice la utilidad y aplicabilidad en demandas reales del usuario en cuanto a experiencia y formación; ii) la necesidad de nuevos modelos organizacionales con regulación comercial, que permita el desarrollo de licencias de contenidos de creación y experiencias virtuales; con criterios derechos, garantías e indemnizaciones, duración, contexto/territorio, exclusividad/propiedad intelectual, sublicencias y tarifas de regalías; iii) la construcción de meta-campus, donde los investigadores, docentes, empresarios, gobierno y organizaciones del tercer sector, artistas e innovadores; analicen la estética, uso y aplicaciones del metaverso a la condición humana y ambiental desde el concepto de bienestar y problemas sociales; y iv) la consolidación de programas y proyectos de inversión mixta, que permita la transferencia de conocimiento y prácticas en todos los sectores de la economía que implique las *startups*, las empresas y el sector cultural con el metaverso.

5. Conclusiones

El análisis del metaverso desde el enfoque de redes de política pública, ratifica que el valor agregado generado por la tecnología, es una fuente de riqueza, que con el tiempo se ha regulado por parte del Estado, a raíz de la apropiación de organizaciones que apuestan al desarrollo tecnológico, la yuxtaposición natural de innovación/desarrollo tecnológico, el proceso dicotómico máquina-humanidad o tecnología-humano, el registro de datos y la consolidación de algoritmos para el cálculo y resolución de problemas.

De los 17 metaversos analizados, 16 son diseños de plataformas temáticas y especializadas; y la única empresa que se acerca al concepto de metaverso es Nvidia, la cual, conjuga varias tecnologías (IA generativa y general, RA/RE) e implementa el uso de gemelos digitales, para hacer réplicas exactas de objetos y espacios del

mundo real, con el fin de estudiar en detalle el comportamiento de determinadas situaciones (cadena de producción de Empresas y Modelo de la tierra para predecir los cambios climáticos).

Los metaversos no son uniformes en el Core Business y Tecnologías u objetos digitales, lo cual, no consolida relaciones de asociación (comparten objetivos y proyectos) y Coopetición (coopera y compite entre organizaciones).

Por lo cual, existen diferentes tipologías de metaversos que apuestan a esquemas de gobernanza descentralizados –transparencia y datos sin restricciones controlados por los usuarios y no por las plataformas– (The Sandbox y Decentraland) o centralizados –estándares de interoperabilidad, inclusividad y procesos abiertos– (Baidu, Samsung, Meta, Epic Games, Nvidia, Meta, Microsoft y Google).

El metaverso como convergencia e innovación tecnológica, evidencian la relevancia de lo sociotécnico en el diseño e implementación de políticas públicas de tecnologías u objetos digitales; el reconocimiento de la yuxtaposición de redes, la heterogeneidad y complejidad de la identidad del metaverso como fenómeno a partir del colectivo y colaboración entre la tecnología y lo humano.

803

Por tal razón, el metaverso es una tecnología disruptiva que no tiene aún una definición exacta de forma científica, y su complejidad es más que una red social ampliada o un juego interactivo en tiempo real, es una red interconectada de entornos inmersivos sociales y en red de plataformas multiusuario persistentes, que demanda comunicación fluida del usuario mediante interacciones dinámicas y en tiempo real con artefactos digitales.

El metaverso que proponen las empresas tecnológicas tiene como objetivo la interrealidad (la fusión entre el mundo virtual y el mundo físico), por ello es importante incluir en la discusión de los diseños de metaverso, estudios de neuropsicología, neurociencia y antropología; en cuanto a la construcción de realidad y la dinámica de la acción social.

Estados Unidos y China, están en la competencia por el primer lugar en la singularidad tecnológica, es por ello que han construido capacidades, consolidado

recursos, dinamizado grandes curvas de aprendizaje y construido subsistemas entorno al metaverso, como apuesta de largo plazo (Gafas de realidad virtual desde la segunda guerra mundial, el IOT desde los años 2000, la IA desde los años 90).

Los actores claves e interdependientes en la cadena de valor de los semiconductores en la geopolítica son China, Holanda, Japón, Estados Unidos y Taiwán en razón a que se encuentran ubicadas las empresas procesamiento de tierras raras y producción de chips.

Amazon, Nvidia, AMD y Fundación UXL –Unified Acceleration Foundation– (Microsoft, Google, Samsung, Qualcomm, Intel, Arm); son organizaciones que promueven el metaverso y a su vez compiten en el diseño de microchips y desarrollo de la IA.

El internet se consolida, como instrumento de comunicación digital global, el cual, permite la convergencia de sistemas inteligentes para el intercambio y procesamiento de datos en tiempo real; esto fenómeno sociotecnológico, es la base de: i) El paradigma de la cuarta revolución industrial o industria 4.0; y ii) El desarrollo y masificación de las plataformas digitales en la vida cotidiana, como el metaverso.

Las políticas públicas relacionadas con la gobernanza del internet y la gobernanza digital, en sus alcances y operatividad deben integrar la simbiosis entre el metaverso, inteligencia artificial e industria 4.0, en razón a que el metaverso no soluciona la dicotomía entre interoperabilidad e interconectividad, por la existencia de actores con recursos y capacidades que no dependen del Estado, que generan diferentes versiones de metaverso, donde no se soluciona los problemas de infraestructura, inclusión social y brecha digital.

¿Cómo se cita este artículo?

TABARQUINO MUÑOZ, R.A. (2025). Lineamientos de política pública para el metaverso como proceso de convergencia tecnológica: un aporte desde el enfoque de redes de política pública. *Argumentos. Revista de crítica social*, (32), 772-816. [link]

Referencias bibliográficas

Acevedo Nieto, J. (2022). Introducción al metaverso: conceptualización y alcance de un nuevo universo online. *adComunica*, (24), 41-56. <https://doi.org/10.6035/adcomunica.6544>

Adam, S., y Kriesi, H. (2007). The network approach. En P. Sabatier (Ed.), *Theories of the Policy Process*, Second Edition (pp. 129-154). Routledge.

Ambrosio Paino, A. y Fidalgo Rodriguez, I. (2020). Past, present and future of Virtual Reality: Analysis of its technological variables and definitions. *Culture & History Digital Journal*, 9(1), e010. <https://doi.org/10.3989/chdj.2020.010>

Araujo, M. C. R. (2009). Redes de políticas públicas y promoción de la sociedad de la información: una comparación entre Cataluña y Euskadi. *Gestión y Análisis de Políticas Públicas*, (1), 125-148. <https://doi.org/10.24965/gapp.v0i1.415>

Ávila, J. A. N. (2022). El Metaverso: conceptualización jurídica, retos legales y deficiencias normativas. <https://elderecho.com/metaverso-conceptualizacion-juridica>

Ball, Mathew (2020, 13 de enero). The metaverse: what it is, where to find it, and who will build it. *Epyllion*. <https://www.matthewball.vc/all/themetaverse>

Banco Interamericano de Desarrollo -BID- (2023). *Metaverso*. Laboratorio de tecnología emergente (TechLab). <https://publications.iadb.org/es/tech-report-metaverso>

Barrio Andrés, M. (2024). *Manual de Derecho digital*. 3ª. ed. Tirant lo Blanch.

Barrio Andrés, M. (2023). El Metaverso y su impacto en el Estado y la soberanía. *Revista de Derecho Político*, (117), 197-220. En: <https://doi.org/10.5944/rdp.117.2023.37925>

Basdevant, A., François, C., y Ronfard, R. (2022). *Mission exploratoire sur les métavers* (Doctoral dissertation, Ministère de la Culture (France); Ministère de

l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique).
<https://hal.science/hal-04056414/>

Besnier, J. M., Filippova, D., Kyrou, A., y Parise, F. (Eds.) (2022). *L'humain augmenté: cyborgs, fictions et métavers*. Fondation Jean-Jaurès

Bonini, T., y Treré, E. (2024). *Algorithms of resistance: the everyday fight against platform power*. MIT Press

Börzel, T. (1997). What's so special about policy networks?: an exploration of the concept and its usefulness in studying European governance. *European Integration online Papers* (EioP), 1(16).

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=302706

Borzal, T. (1998). Organizing Babylon: on the different conceptions of policy networks. *Public Administration*, 76(2), 253-273. <https://doi.org/10.1111/1467-9299.00100>

Cabello, R., Lago Martínez, S. (Eds.) (2022). *Ciudadanía digital, desigualdades y transformación en América Latina y el Caribe: Memorias*. RIAT. <https://idus.us.es/handle/11441/133942>

806

Castells, M.. (2001). *La galaxia internet*. Areté

Castells, M. (2013). *Comunicación y poder*. Siglo XXI Editores México.

Castillo de Mesa, J. C. (2019). Hacia un modelo de gobernanza en red que asuma la mayor complejidad. *Athenea Digital: Revista de pensamiento e investigación social*, 19(1), e-2350. <https://doi.org/10.5565/rev/athenea.2350>

Cobo, I. G., y del Rey, Á. M. M. (2022). Gestión inteligente de red cuántica. En C. Ramos, G. Marreiros, J. Parra Domínguez (Eds.), *Proceedings of the IV Workshop on Disruptive Information and Communication Technologies for Innovation and Digital Transformation: 18th June 2021 Online* (pp. 105-116). Ediciones Universidad de Salamanca. <https://doi.org/10.14201/0AQ0315105116>

Chaves Montero, A. (2018). La utilización de una metodología mixta en investigación social. En K. Delgado, W. F. Gadea Aiello, S. Vera Quiñonez (Coords.), *Rompiendo barreras en la investigación* (pp. 164-184). Universidad Técnica de Machala. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7643236&orden=0&info=link>

Chaqués, L. (2004). *Redes de políticas públicas*. Centro de Investigaciones Sociológicas.

Chen, Y., y Cheng, H. (2022). The economics of the metaverse: a comparison with the real economy. *Metaverse*, 3(1). <https://pdfs.semanticscholar.org/d76b/f7b34167884052f54a262a63a4f070932a90.pdf>

Crawford, K. (2021). *The atlas of AI: Power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence*. Yale University Press

Crawford, K. (2024). ¿Cómo lidiamos con la IA que el ser humano ha creado? Congreso Futuro 2024 en Chile. <https://www.youtube.com/watch?v=BmJGFKgY6ZE>

Crespo-Pereira, Verónica; Sánchez-Amboage, Eva; Membiela-Pollán, Matías (2023). Facing the challenges of metaverse: a systematic literature review from Social Sciences and Marketing and Communication. *Profesional de la información*, 32,(1), e320102. <https://doi.org/10.3145/epi.2023.ene.02>

Dhaya, R., Adline Freeda, R., y Kanthavel, R. (2025). Gaming and Virtual Environments: Changing Technological Developments. En *Revolution with Generative AI: Trends and Techniques* (pp. 87-104). Springer Nature Switzerland.

De Asúa, E. M. R., Otter, V., Tsukuda, T., y Vivenot, B. (2022). The Metaverse Challenges and Regulatory Issues. Trabajo presentado al Master in Public Policy and Master in European Affairs Digital, New Technology and Public Policy stream, Sciences Po, París, Francia. <https://www.sciencespo.fr/public/sites/sciencespo.fr.public/files/Metaverse-Group-report-final-draft-June-12-1.pdf>

Dionisio, J. D. N., III, W. G. B., y Gilbert, R. (2013). 3D virtual worlds and the metaverse: current status and future possibilities. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45(3), 1-38. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2480741.2480751>

Dowding, K. (1995). Model or metaphor?: a critical review of the policy network approach. *Political Studies*, 43(1), 136-158. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9248.1995.tb01705.x>

Duan, H., Li, J., Fan, S., Lin, Z., Wu, X., y Cai, W. (2021). Metaverse for social good: a university campus prototype. In *Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia* (pp. 153-161). <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3474085.3479238>

Evans, M. (1998). Análisis de redes de políticas públicas: una perspectiva británica. *Gestión y Política Pública*, 7(2), 229-266. https://www.gestionypoliticapublica.cide.edu/ojsaide/num_anteriores/Vol.VII_No.II_2dosem/EM_Vol.7_No.II_2sem.pdf

Feldman, P. J., y Girolimo, U. (2021). La Industria 4.0 en perspectiva latinoamericana: limitaciones, oportunidades y desafíos para su desarrollo. *Perspectivas de Políticas Públicas*, 10(20), 459-491. <https://doi.org/10.18294/rppp.2021.3645>

Fuenmayor, L. M. (2022). Metaverso. *Boletín de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas*, (3). <https://web.archive.org/web/20221028083831/http://ojs.urbe.edu/index.php/boletin/article/view/3747/5131>

Galíndez Pérez, J. L. (2024). Uso de la Inteligencia Artificial y el Metaverso: optimización de estrategias para la aplicación de la Nuevas Tecnologías en diversas áreas del conocimiento. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 6(10), 316-328. <https://doi.org/10.38186/difcie.610.18>

Gendler, M. (2024). De la Neutralidad de la Red al 5G: cambios en las dinámicas de poder del ecosistema de Internet. *Inmediaciones de la Comunicación*, 19(1), 40-51. <https://doi.org/10.18861/ic.2024.19.1.3528>

Gendler, M. A. (2023). De la cibernética al metaverso: una genealogía de características, transparencias y opacidades algorítmicas. *Disparidades: Revista de Antropología*, 78(1), e001b. <https://doi.org/10.3989/dra.2023.001b>

Hanneman, R. A., y Riddle, M. (2005). *Introduction to social network methods*. University of California, Riverside. <https://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>

Harari, Y. N. (2024). *Nexus: una breve historia de las redes de la información desde la Edad de Piedra hasta la IA*. Debate.

Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: breve historia del mañana*. Debate.

Hui, Y. (2019). *Recursivity and contingency*. Rowman & Littlefield.

Hui, Y. (2020). ¿Por qué es necesaria la tecnodiversidad? [Video] <https://www.youtube.com/watch?v=Dni6UJDFUuw>

Hui, Y. (2024). Vivimos dentro de un sistema tecnológico gigante. Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona -CCCB- [Video]. <https://www.cccb.org/es/multimedia/videos/yuk-hui-vivimos-dentro-de-un-sistema-tecnologico-gigante/244745>

Ioannidis, S., y Kontis, A. P. (2023). The 4 epochs of the Metaverse. *Journal of Metaverse*, 3(2), 152-165. <https://doi.org/10.57019/jmv.1294970>

Jobe, P. S., Yilmaz, M., e Ilgin, H. E. (2024). A roadmap for a Metaverse-based digital governance: a case of the Gambia. *Plos One*, 19(12), e0314388. En: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0314388>

Jordana, J. (1995). El análisis de los policy networks: ¿una nueva perspectiva sobre la relación entre políticas públicas y Estado?. *Gestión y Análisis de Políticas Públicas*, (3), 77-89. <https://revistasonline.inap.es/index.php/GAPP/article/view/40>

Kalantzakos, S. (2025). Geopolítica de los minerales críticos. *Afkar ideas: Revista trimestral para el diálogo entre el Magreb, España y Europa*, (74), 54-57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10153866>

Kenis, P., y Schneider, V. (1991). Policy networks and policy analysis: scrutinizing a new analytical toolbox. En B. Marin, R. Mayntz (Eds.), *Policy networks: Empirical evidence and theoretical considerations* (pp. 25-59). Campus Verlag. En: <https://hdl.handle.net/11858/00-001M-0000-0012-5B0E-5>

Kickert, W. J. M., Koppenjan, J. F. M., y Klijn, E. H. (Eds.) (1997). *Managing complex networks: strategies for the public sector*. Sage.

Klijn, E. (1998). Redes de políticas públicas: una visión general. *Managing Complex Networks*, 18. <http://revista-redes.rediris.es/webredes/textos/Complex.pdf?cv=1>

Kooiman, J. (2005). Gobernar en gobernanza. En A. Cerrillo i Martínez (coord.), *La gobernanza hoy: 10 textos de referencia* (pp. 57-82). Instituto Nacional de Administración Pública.

Kshetri, N., Dwivedi, Y. K., y Janssen, M. (2024). Metaverse for advancing government: prospects, challenges and a research agenda. *Government Information Quarterly*, 41(2), 101931. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2024.101931>

Kurzweil, R. (2023). *La singularidad está cerca: cuando los humanos transcendamos la biología*. Lola Books.

León, G. (2023). *Relevancia geopolítica de las tecnologías duales: consecuencias y oportunidades para reforzar la soberanía de la Unión Europea*. Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/76650/>

Lemstra, M. A. M. S., y de Mesquita, M. A. (2023). Industry 4.0: a tertiary literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 186 B, 122204. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122204>

López, P. J. V., Amaris, J. P. A., y Chaparro, J. M. B. P. (2022). Metaverso: perspectivas jurídicas de la nueva realidad (virtual). *Universitas Studentes*, (25), 147-172. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9315895>

Lozares, C., y Verd, M. (2015). Bases sociometodológicas del análisis de redes sociales. En M. García Ferrando, F. Alvira, L. E. Alonso, y E. Modesto (Eds.), *El análisis de la realidad social: métodos y técnicas de investigación*. (4 ed., pp. 664-688). Alianza

Llano-Alonso, F. H. (2022). Singularidad tecnológica, metaverso e identidad personal: del homo faber al novo homo ludens. En F. H. Llano Alonso (dir.), *Inteligencia artificial y Filosofía del derecho* (pp. 189-215). <https://hdl.handle.net/11441/137261>

Lnenicka, M., Rizun, N., Alexopoulos, C., y Janssen, M. (2024). Government in the metaverse: requirements and suitability for providing digital public services. *Technological Forecasting and Social Change*, 203, 123346. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123346>

Martínez, J. I. P. (2001). Policy Network o red de políticas públicas: una introducción a su metodología de investigación. *Estudios Sociológicos*, 19(57), 721-745. <https://doi.org/10.24201/es.2001v19n57.488>

Marsh, D., y Rhodes, R. A. W. (Eds.) (1992). *Policy networks in British government*. Clarendon Press.

Mazzucato, M. (2019). El Estado emprendedor: socializar riesgos y recompensas. *Propuestas para el Desarrollo*, (III), 225-244. <https://www.propuestasparaeldesarrollo.com/index.php/ppd/article/view/PropuestasparaelDesarrollo2019>

Medina-Chicaiza, P., Almachi-Toapanta, M. E., y Zumba-Velasteguí, M. S. (2023). Análisis de documentos académicos sobre metaverso en el campo empresarial. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(16), 71-96. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2520>

Molina, J. L. y Ávila J. (2009). Talleres de redes sociocéntricas (Ucinet6), redes personales (Egonet) y comparación estadística de grupos (SPSS).

Montes, J. R. G. (2024). Respuesta al Cuestionario de expertos en Metaverso. Buenos Aires. 7 Septiembre del 2024.

Montes, J. R. G. (2023). Metaverso: Qué es y qué retos plantea en la formación del profesorado. *Innovación Educativa Pluma y Arroba 2022: Competencia Digital. Aulas del Futuro. Sostenibilidad. Metaverso.* En: <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/31404>

Morozov, E. (2013). *To save everything, click here: the folly of technological solutionism.* PublicAffairs. https://media-1.carnegiecouncil.org/cceia/import/studio/To_Save_Everything_Click_Here.pdf

Morozov, E. (2015). *La locura del solucionismo tecnológico.* Katz.

Morozov, E. (2018). *Big tech.* Ubu.

Müller, R. (2023). From network governance to metagovernance. En R. Müller, S. Sankaran y N. Drouin (Eds.), *Research Handbook on the Governance of Projects* (pp. 366-378). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781802208078.00039>

Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031>

812

Neves, J. R., y Bacalhau, L. M. (2024). Dive into metaverse: concept, evolution, framework, technologies, opportunities, and trends. En J. Kumar, M. Arora, G. E. Bayram (Eds.), *Research, Innovation, and Industry Impacts of the Metaverse* (pp. 1-26). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-2607-7.ch001>.

Ortiz Ruiz F. y Espinosa Rada A. (Eds.) (2023). *Redes Sociales: teoría, métodos y aplicaciones en América Latina.* CIS – Centro de Investigaciones Sociológicas.

Papadopoulos, T.; Evangelidis, K.; Kaskalis, T. y 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>

Park, S. M., y Kim, Y. G. (2022). A Metaverse: taxonomy, components, applications, and open challenges. *IEEE Access*, 10. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3140175>

Pasquinelli, M. (2015). Italian operaismo and the information machine. *Theory, Culture & Society*, 32(3), 49-68. <https://doi.org/10.1177/0263276413514117>

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Sage.

Pericàs, J. V., y Olive, J. M. (1999). Muestreo y recogida de datos en el análisis de redes sociales. *Qüestió: quaderns d'estadística investigació operativa*, 23(3), 507-524. <https://ddd.uab.cat/record/132151>

Pérez-Domínguez, L. A. (2024). Las principales tecnologías de la era de la industria 5.0. *Ingenio*, 21(1), 45-55. <https://doi.org/10.22463/2011642X.4352>

Quiroga, Á. (2003). Introducción al análisis de datos reticulares. http://revista-redes.rediris.es/webredes/talleres/redes_avanzado.pdf

Ramallal, P. M., Wasaldúa, J. S., y Mondaza, M. R. (2022). Metaversos y mundos virtuales, una alternativa a la transferencia del conocimiento: el caso OFFF-2020. *Fonseca, Journal of Communication*, (24), 87-107. <https://revistas-fonseca.com/index.php/2172-9077/article/view/228/219>

Ramallal, D. P. M., y Murillo, A. M. (2019). Realidad virtual: metaversos como herramienta para la teleformación (pp. 15-38). En *Realidades educativas en la esfera digital: Sistemas, modelos y paradigmas de aprendizaje*. Egregius. [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=xW7NDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA15&ots=-](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=xW7NDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA15&ots=-TeCPa5J_e&sig=Dtnj9fIVMSsLbGrKjxFL4S7ZfLY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

[TeCPa5J_e&sig=Dtnj9fIVMSsLbGrKjxFL4S7ZfLY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=xW7NDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA15&ots=-TeCPa5J_e&sig=Dtnj9fIVMSsLbGrKjxFL4S7ZfLY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Ramos, F. J. S. (2024). Metaverso: reflexiones críticas sobre la regulación y desarrollo del Derecho en entornos virtuales. *Teoría & Derecho: Revista de pensamiento jurídico*, (36), 162-185. <https://ojs.tirant.com/index.php/teoria-y-derecho/article/view/865>

Raunig, G. (2022). *Dividuum v1: capitalismo maquínico y revolución molecular*. Cactus.

Ritterbusch, G. D., y Teichmann, M. R. (2023). Defining the metaverse: a systematic literature review. *Ieee Access*, 11, 12368-12377.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3241809>

Riva, G., y Wiederhold, B. K. (2022). What the metaverse is (really) and why we need to know about it. *Cyberpsychology, behavior, and social networking*, 25(6), 355-359.
<https://doi.org/10.1089/cyber.2022.0124>

Rodríguez, J. A. (2005). *Análisis estructural y de redes* (2ª ed.). Centro de Investigaciones Sociológicas.

Sadin, É. (2017). *La humanidad aumentada: la administración digital del mundo*. Caja Negra.

Sadin, É. (2023). El ser humano disminuido. *Le Monde diplomatique en español*, (337), 32.

Sadin, É. (2024). *La vida espectral: pensar la era del metaverso y las inteligencias artificiales generativas*. Caja Negra.

Serna, L. (2012). *Análisis estructural de una red temática de política pública: el caso del Comité Técnico Interinstitucional de Investigación en Salud*. Tesis de Maestría en Asuntos Políticos y Políticas Públicas. El Colegio de San Luis. México.
<https://colsan.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1013/347>

Serec, F. E. (Coord.) (2022). *Metaverso: aspectos jurídicos*. Almedina Brasil.

Schöbel, S. M., y Leimeister, J. M. (2023). Metaverse platform ecosystems. *Electronic Markets*, 33(1), 12. <https://doi.org/10.1007/s12525-023-00623-w>

Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Debate.

Schwab, K. (2020). La cuarta revolución industrial. *Futuro hoy*, 1(1), 06-10.

Schneider, V., Lang, A., Leifeld, P. y Gundelch, B. (2007), "Political Networks – A Structured Bibliography. Universität Konstanz. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:352-opus-122734>

Simoens, P., Dragone, M., y Saffiotti, A. (2018). The Internet of Robotic Things: A review of concept, added value and applications. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 15(1), 1729881418759424. <https://doi.org/10.1177/1729881418759424>

Sordo, J. M. S., y Vite, S. T. (2024). *Construyendo el metaverso: una mirada interdisciplinaria a las innovaciones tecnológicas y su impacto en la sociedad*. UNAM| FES-Iztacala| LEED. <https://leedpress.com.mx/index.php/envios/catalog/book/8>

Srnicek, N. (2018). *Capitalismo de plataformas*. Caja Negra.

Stiegler, B. (2010). *For a new critique of political economy*. Polity.

Sucari, Y. V., Mamani, U., y Duran, G. S. (2022). El ensayo: impactos del metaverso en la sociedad. *Waynarroque: Revista deficiencias sociales aplicadas*, 2(4), 103-109. <https://doi.org/10.47190/rscaw.v2i4.41>

815

Teja Gutiérrez, R., Almaguer Vargas, G., Rendón Medel, R., y López Lira, N. (2014). Redes y análisis organizacional: roles, posiciones y poder de fragmentación de las relaciones sociales y comerciales (networks and organizational analysis: roles, positions and power of fragmentation of social and commercial relationships). *Revista Global de Negocios*, 2(1), 11-39. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2324948

Tripaldi, L. (2022). *Parallel minds: discovering the intelligence of materials*. MIT Press.

Vallejo-Rosero, C. A., Tabarquino-Muñoz, R. A., y Palomino-Arias, M. A. (2025). Public Policy Networks in the Knowledge Economy in Colombia. *Journal of the Knowledge Economy*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13132-025-02762-1>

Van Waarden, F. (1992). Dimensions and types of policy networks. *European Journal of Political Research*, 21(1-2), 29-52. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6765.1992.tb00287.x>

Vargas, C. G. J., y Rojas, F. A. Z. (2023). Metaverso, identidad virtual y mundos paralelos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 19(57), 37-55. <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-366>.

Vázquez, C. A. (2014). Gobernanza y redes de política pública: un estudio de la vinculación entre gobierno, actores público-sociales y privados en un área local turística. *Revista Mexicana de Análisis Político y Administración Pública*, 3(1), 147-178. <https://www.remap.ugto.mx/index.php/remap/article/view/73/67>

Vega Castro, K. A. (2023). Los metaversos y la democratización: un posible desarrollo de lo virtual en una sociedad con sujetos de derecho. Tesis de grado presentada a la Carrera de Ciencia Política, Pontificia Universidad Javeriana. <http://hdl.handle.net/10554/66467>

Velázquez, O. A. y Aguilar Gallegos, N. (2005). Manual introductorio al análisis de redes sociales. Medidas de centralidad. Ejemplos prácticos con UCINET 6.85 y NetDraw 1.48. *Revista Redes*. http://revista-redes.rediris.es/webredes/talleres/Manual_ARS.pdf

Villarreal, S. F. L. (2022). Metaverso-implicaciones de la industria del futuro. *Communication Papers*, 11(23), 47-59. <https://communicationpapers.revistes.udg.edu/article/view/22830/26480>

Wang, F. Y., Qin, R., Wang, X., y Hu, B. (2022). MetaSocieties in Metaverse: MetaEconomics and MetaManagement for MetaEnterprises and MetaCities. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 9(1), 2-7. <https://doi.org/10.1109/TCSS.2022.3145165>

Wasserman, S., y Faust, K. (1994). *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge University Press.