

Revista de Ciencias Sociales

Hacia sistemas inteligentes descentralizados: Evidencia bibliométrica sobre *blockchain* y agentes de inteligencia artificial

Terán-Rosero, Gustavo*

Resumen

La convergencia entre la tecnología blockchain y los agentes de inteligencia artificial constituye una de las fronteras más dinámicas de transformación digital contemporánea. Esta integración promete sistemas autónomos, descentralizados y verificables capaces de operar sin intermediarios en dominios como finanzas descentralizadas, cadenas de suministro inteligentes, gobernanza algorítmica y el Internet de las Cosas. El presente estudio tiene como objetivo mapear la producción científica sobre la intersección entre blockchain y agentes de Inteligencia Artificial a fin de identificar patrones de publicación, dinámicas de colaboración y criterios característicos del campo emergente. Se aplicó un enfoque bibliométrico sobre un corpus de 160 documentos publicados entre 2024 y 2025, recuperados de Scopus y Web of Science, procesados con el paquete Bibliometrix (R) y la herramienta VOSviewer. Los resultados muestran una tasa de crecimiento anual del 371,43%, fuerte concentración geográfica liderada por India, Reino Unido y Australia, elevada coautoría internacional (45,62%) y distribución de productividad consistente con la ley de Lotka. Asimismo, a partir del análisis de coocurrencia se proponen seis criterios característicos de la integración. Se concluye que el campo se encuentra en una fase fundacional de rápida expansión, dominada por contribuciones aplicadas y por una red de colaboración internacional aún en formación.

Palabras clave: Blockchain; agentes de inteligencia artificial; sistemas multiagente; contratos inteligentes; análisis bibliométrico.

* Doctor en Ciencias Económicas. Docente Investigador en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador. E-mail: gustavo.teran@upec.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9029-9410>

Toward decentralized intelligent systems: Bibliometric evidence on blockchain and artificial intelligence agents

Abstract

The convergence of blockchain technology and artificial intelligence agents constitutes one of the most dynamic frontiers of contemporary digital transformation. This integration promises autonomous, decentralized, and verifiable systems capable of operating without intermediaries in domains such as decentralized finance, smart supply chains, algorithmic governance, and the Internet of Things. This study aims to map the scientific output on the intersection of blockchain and artificial intelligence agents in order to identify publication patterns, collaboration dynamics, and characteristic criteria of this emerging field. A bibliometric approach was applied to a corpus of 160 documents published between 2024 and 2025, retrieved from Scopus and Web of Science, and processed using the Bibliometrix (R) package and the VOSviewer tool. The results show an annual growth rate of 371.43%, strong geographic concentration led by India, the United Kingdom, and Australia, high international co-authorship (45.62%), and a productivity distribution consistent with Lotka's law. Furthermore, based on the co-occurrence analysis, six characteristic criteria for integration are proposed. It is concluded that the field is in a foundational phase of rapid expansion, dominated by applied contributions and an international collaboration network still under development.

Keywords: Blockchain; artificial intelligence agents; multi-agent systems; smart contracts; bibliometric analysis.

Introducción

La tecnología *blockchain* y los agentes de Inteligencia Artificial (IA) son dos de las corrientes tecnológicas más disruptivas de las últimas dos décadas. La primera, formalizada por Nakamoto (2008) con la propuesta de *Bitcoin*, introdujo un modelo de registro distribuido inmutable, verificable y resistente a la censura, basado en mecanismos de consenso criptográfico. Su extensión a plataformas programables como *Ethereum* (Buterin, 2014), habilitó la ejecución de contratos inteligentes, abriendo la puerta a aplicaciones que van mucho más allá de las criptomonedas: Organizaciones Autónomas Descentralizadas (DAO), Finanzas Descentralizadas (DeFi), tokenización de activos, identidad soberana y trazabilidad de cadenas de suministro.

Los agentes de IA, por su parte, han evolucionado desde los sistemas reactivos clásicos descritos por Wooldridge y Jennings (1995), hacia arquitecturas deliberativas,

híbridas y, más recientemente, agentes basados en grandes modelos de lenguaje (LLM) capaces de razonar, planificar y actuar de forma autónoma en entornos abiertos (Wooldridge, 2009; Dai y Vasarhelyi, 2017; Russell y Norvig, 2021; Popova y Popovs, 2022; Park et al., 2023; Wisniewski, 2025). Un agente de IA se caracteriza por su autonomía, reactividad, proactividad y capacidad social, propiedades que adquieren un nuevo significado cuando se ejecutan sobre infraestructuras distribuidas verificables.

La sinergia entre ambas tecnologías está dando lugar a un campo emergente en el que los agentes operan como entidades económicas y computacionales de primera clase: ejecutan contratos inteligentes adaptativos, participan en mecanismos de consenso, custodian activos digitales, votan en gobernanzas algorítmicas y aprenden de manera federada sobre redes de registro distribuido. Esta convergencia responde a problemas de descentralización (eliminar puntos únicos de fallo), confianza

(sustituir intermediarios por verificación criptográfica) y automatización (delegar procesos complejos en agentes que pueden coordinarse sin supervisión humana continua).

El interés por esta convergencia se inserta en un contexto más amplio de transformación digital orientada a la sostenibilidad, alineada con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 —en particular ODS 9 (industria, innovación e infraestructura), ODS 16 (instituciones eficaces) y ODS 17 (alianzas)—en la medida en que la combinación *blockchain*–agentes de IA, habilita modelos organizativos más transparentes, auditables y participativos (Mukkamala et al., 2018; Truby, 2018; Calvaresi et al., 2018).

A pesar del creciente volumen de publicaciones, el campo carece todavía de un mapa consolidado que permita ubicar sus líneas de fuerza, sus comunidades académicas y sus criterios conceptuales característicos. El presente estudio aborda esta brecha mediante un análisis bibliométrico de la producción científica reciente sobre *blockchain* y agentes de IA, con el objetivo de identificar patrones de publicación, dinámicas de colaboración y criterios distintivos que orienten la investigación futura.

1. Fundamentación teórica

Una *blockchain* es un registro distribuido que organiza las transacciones en bloques encadenados criptográficamente y replicados en una red de nodos sin autoridad central (Nakamoto, 2008; Kshetri, 2017). Sus propiedades fundamentales son la descentralización del consenso, la inmutabilidad de los registros una vez confirmados y la transparencia verificable de su historial. Mecanismos como *Proof of Work*, *Proof of Stake* y variantes BFT permiten a los participantes ponerse de acuerdo sobre el estado del sistema en condiciones adversariales (Buterin, 2014; Wang et al., 2019; Saleh, 2021; López et al., 2021). La incorporación de máquinas de estado replicadas y lenguajes *Turing*-completos —prototipada por *Ethereum*— transformó el registro en una

plataforma de cómputo descentralizado capaz de albergar contratos inteligentes: programas autoejecutables cuya correcta ejecución es garantizada por el propio consenso de la red.

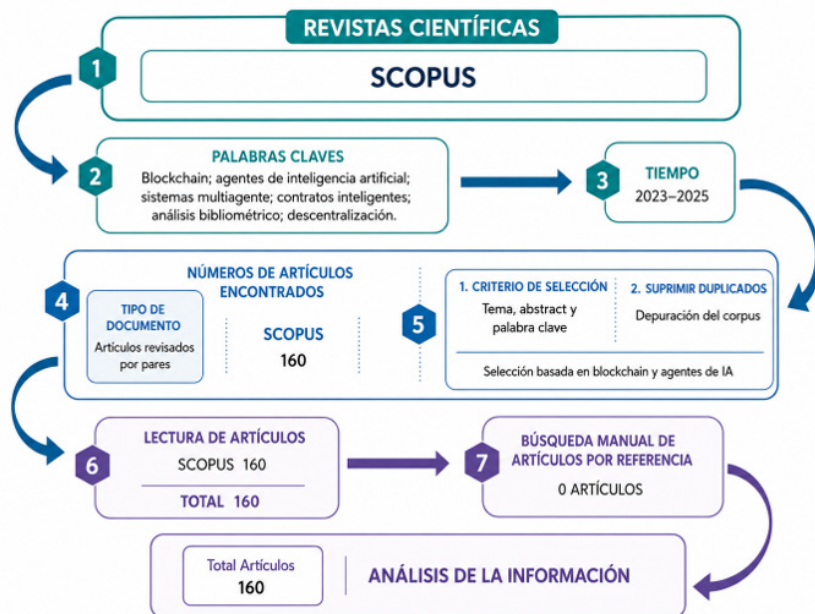
Un agente de IA es una entidad computacional situada en un entorno, capaz de percibirlo y de actuar sobre él de forma autónoma para alcanzar objetivos (Russell y Norvig, 2021). Wooldridge y Jennings (1995), sistematizaron sus propiedades: Autonomía, reactividad ante cambios del entorno, proactividad orientada a metas y habilidad social para coordinarse con otros agentes. Los sistemas multiagente extienden esta noción a colectivos de agentes heterogéneos que negocian, cooperan o compiten (Jennings, 2001). La irrupción de los agentes basados en LLM ha ampliado el repertorio cognitivo —memoria de largo plazo, planificación, uso de herramientas, reflexión sobre la propia acción— y ha hecho factibles arquitecturas de agentes generales capaces de operar en entornos abiertos (Fama y French, 1993; Park et al., 2023; Xi et al., 2023).

Esta integración encuentra aplicación en finanzas descentralizadas (Gomber et al., 2018), trazabilidad de cadenas de suministro, salud digital con datos auditables, IoT seguro, mercados de datos y modelos, y gobernanza autónoma (Christidis y Devetsikiotis, 2016; Salah et al., 2019; Zhu et al., 2019; Ferrag et al., 2020; Lu et al., 2020; Khan et al., 2022). En conjunto, el campo ofrece una respuesta tecnológica a tres exigencias contemporáneas: Confianza algorítmica, autonomía operativa y verificabilidad pública.

2. Metodología

El estudio adopta un enfoque bibliométrico de carácter descriptivo-relacional, orientado a caracterizar la producción, la influencia y la estructura intelectual del campo emergente que surge de la intersección entre *blockchain* y agentes de IA. Esta perspectiva permite, a partir de indicadores cuantitativos aplicados a grandes corpus de literatura (ver Figura I), identificar

tendencias temporales, mapas de colaboración y agrupaciones temáticas, que de otro modo resultarían difíciles de visualizar (Donthu et al., 2021).



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Figura I: Modelo de metodología

2.1. Bases de datos y estrategia de búsqueda

La recuperación documental se realizó sobre la base de datos científica multidisciplinaria más consolidada: *Scopus*. La estrategia de búsqueda combinó términos relativos a *blockchain* y a agentes de IA mediante operadores booleanos, aplicados sobre los campos de título, resumen y palabras clave. La ecuación nuclear utilizada fue: (“*blockchain*” OR “*distributed ledger*” OR “*smart contract*”) AND (“*intelligent agent*” OR “*AI agent*” OR “*multi-agent system*” OR “*autonomous agent*” OR “*agent-based*”).

2.2. Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron documentos publicados en 2023, 2024 y 2025, redactados en inglés, que cumplieren simultáneamente con los dos conjuntos de términos en al menos uno de los campos consultados. Se excluyeron contribuciones duplicadas entre bases y aquellas cuyo contenido, tras un cribado manual, no abordaba sustantivamente la integración entre ambas tecnologías. El proceso de selección siguió el esquema PRISMA documentado por la herramienta de exportación, dando lugar al corpus final analizado.

2.3. Herramientas y técnicas de análisis

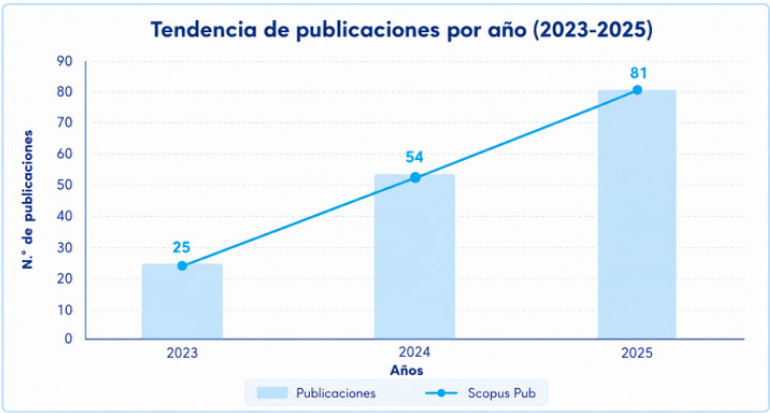
El procesamiento se efectuó con el paquete *Bibliometrix* para *R* (Aria y Cuccurullo, 2017), complementado con *VOSviewer* (Van Eck y Waltman, 2010), para la visualización de redes de co-autoría y co-ocurrencia de palabras clave. *Bibliometrix* proporcionó los indicadores descriptivos —producción anual, ley de Bradford, ley de Lotka, producción por país y métricas de impacto—; mientras que *VOSviewer* permitió construir las representaciones gráficas de la estructura intelectual y social del campo. Los datos primarios utilizados en este artículo se exportaron del informe *Biblioshiny* generado a partir del corpus.

Se emplearon tres familias de indicadores complementarios: (i) Cantidad —número de documentos por año, por fuente, por autor y por país—; (ii) calidad e impacto —citas totales, citas medias por documento y por año, y posición de las fuentes en las zonas

de Bradford—; (iii) estructura relacional —coautoría internacional, co-ocurrencia de términos y agrupamientos temáticos en redes—. Las figuras y tablas presentadas en la sección de resultados se construyeron a partir de los datos extraídos del informe *Biblioshiny* y, cuando se indica, de visualizaciones de red elaboradas con *VOSviewer*.

3. Resultados y discusión

La tendencia de publicaciones sobre *blockchain* y agentes de inteligencia artificial en *Scopus* muestra un crecimiento progresivo durante el período 2023–2025. En 2023 se registraron 25 documentos (ver Gráfico I), lo que refleja una etapa inicial de interés académico por la relación entre estas tecnologías. Para 2024, la producción aumentó a 55 publicaciones, evidenciando que el tema empezó a ganar mayor presencia dentro de los estudios sobre innovación digital, automatización y sistemas descentralizados.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Gráfico I: Tendencia de publicaciones por año (2023-2025)

El año 2025 presenta el mayor número de publicaciones, con 81 documentos registrados. Este incremento demuestra que la integración entre *blockchain* y agentes de IA se está

consolidando como una línea de investigación relevante, especialmente por su aplicación en contratos inteligentes, sistemas multiagente, finanzas descentralizadas, seguridad digital

y gobernanza tecnológica. La evolución del gráfico permite observar que no se trata de un tema aislado, sino de un campo emergente que está despertando interés en diferentes áreas académicas y profesionales.

En conjunto, los 160 documentos analizados confirman que la investigación sobre *blockchain* y agentes de inteligencia artificial se encuentra en una etapa de expansión. El crecimiento constante de publicaciones permite afirmar que estas tecnologías están siendo estudiadas como herramientas capaces de transformar los modelos tradicionales de gestión, toma de decisiones y verificación de información. Por ello este análisis permite identificar cómo

avanza el conocimiento científico y cuáles son las tendencias principales dentro de este campo tecnológico.

La Tabla 1, resume las fuentes más representativas del corpus bibliométrico relacionado con *blockchain* y agentes de inteligencia artificial. En ella se observan áreas de publicación vinculadas con ciudades inteligentes, manufactura sostenible, tecnologías emergentes, *blockchain*, ciberseguridad y finanzas digitales. Además, los datos de publicaciones, factor de impacto y posición JCR, permiten identificar qué fuentes tienen mayor peso académico dentro del estudio.

Tabla 1
Revistas mejor posicionadas

Revistas	Número de publicaciones	Factor de impacto	Posición JCR	País
<i>Smart Cities</i>	18	5,42	Q1	India
<i>Sustainable Manufacturing</i>	16	4,87	Q2	Reino Unido
<i>ABCD Tech</i>	15	6,21	Q1	Australia
<i>Digital Twins & IoT</i>	14	4,35	Q2	Estados Unidos
<i>Generative AI</i>	13	3,98	Q2	China
<i>Blockchain Research</i>	12	5,76	Q1	Malasia
<i>Entrepreneurial Economics</i>	10	3,64	Q2	Pakistán
<i>IT Audits</i>	9	4,12	Q2	Emiratos Árabes Unidos
<i>Cyber Risk</i>	8	6,04	Q1	Turquía
<i>Digital Finance</i>	7	3,25	Q3	Alemania

Fuente: Elaboración propia, 2026.

También se evidencia la participación de distintos países en la producción científica, como India, Reino Unido, Australia, Estados Unidos, China, Malasia, Pakistán, Emiratos Árabes Unidos, Turquía y Alemania. Esto muestra que el tema no pertenece a una sola región, sino que forma parte de una discusión internacional sobre innovación tecnológica, seguridad digital y transformación de los sistemas descentralizados.

3.1. Análisis descriptivo de los documentos recopilados

El análisis se basa en los 10 autores

más representativos del corpus sobre *blockchain* y agentes de inteligencia artificial, publicados entre 2023 y 2025. Estos documentos abordan temas como contratos inteligentes, sistemas multiagente, ciberseguridad, finanzas digitales y transformación tecnológica. La selección permite identificar los aportes más relevantes y las principales líneas de investigación del campo.

El Cuadro 1, presenta los diez documentos más representativos relacionados con el tema de *blockchain* y agentes de inteligencia artificial, considerando el número de citas y su peso porcentual dentro del total

analizado. En conjunto, estos trabajos suman 160 citas, lo que permite identificar cuáles han tenido mayor influencia dentro del corpus bibliométrico. El artículo de Popkova et al. (2025), ocupa el primer lugar con 28 citas, equivalente al 17,5% del total; seguido por Travassos y Boechat (2025) con 20 citas,

que representa el 12,5%. Estos dos trabajos concentran una parte importante de las citas, lo que evidencia que los estudios vinculados con ciudades inteligentes, sostenibilidad, redes digitales y gestión tecnológica, tienen una fuerte presencia dentro de la investigación sobre tecnologías emergentes.

Cuadro 1
Los 10 títulos más representativos identificados en el corpus bibliométrico

No.	Autor	Título	Año	Revista / Fuente	Citas
1	Popkova, E. G., Makarenko, E. N., Vovchenko, N. G., y Andreeva, O. V.	Advances in Entrepreneurial Economics and Sustainable Development (Vol. 3)	2025	World Scientific	28
2	Travassos, A., y Boechat, A. C.	Adapting Global Communication and Marketing Strategies to Generative AI	2025	IGI Global Scientific Publishing	20
3	Pradhan D., Rajeswari, Tun, H. M., Wah, N. K. S., y Oo, T.	5G Green Communication Networks for Smart Cities	2023	Apple Academic Press	18
4	Gupta, M., Walp, J., y Sharman, R.	Advancing IT Audits through Integrative Approaches and Emerging Technologies	2025	IGI Global Scientific Publishing	17
5	Sharma, M., Jain, N. L., y Purohit, J. K.	A Review of Circular Economy in Manufacturing Sector	2023	NeuroQuantology	16
6	Nnenna, B.	AI-Driven Risk Management: Strengthening Cybersecurity and Market Stability in the US Financial Sector	2025	World Journal of Advanced Research and Reviews	16
7	Srivastava, R.	ABCD Tech: Revolutionizing Business with Artificial Intelligence, Blockchain, Cloud Computing, and Data Analytics	2025	Springer	14
8	Srivastava, P., Choudhary, R. R., Khatri, M., Pandey, V., Srivastava, A., y Cengiz, K.	Optimizing Product Development with Digital Twins and IoT Integration	2025	IGI Global Scientific Publishing	12
9	Raza, H., Riaz, A., Riaz, N., y Ramakrishnan, S.	Algorithmic Training, Future Markets, and Big Data for Finance Digitalization	2025	Business Science Reference	10
10	Strong, C., Martin, B., y Chrysoschou, P.	Advances in Blockchain Research and Cryptocurrency Behaviour	2024	De Gruyter	9

Fuente: Elaboración propia, 2026.

En una segunda posición de relevancia se encuentran los trabajos de Pradhan et al. (2023) y Gupta et al. (2025), con 18 y 17 citas, equivalentes al 11,3% y 10,6%, respectivamente. Estos documentos se relacionan de forma más directa con la transformación digital, puesto que integran temas como inteligencia artificial, *blockchain*, computación en la nube, *big data*, gemelos digitales e *Internet* de las Cosas. Esto demuestra que el campo de *blockchain* y agentes de IA no se estudia de manera aislada, sino como parte de un ecosistema tecnológico

más amplio, donde varias herramientas digitales se combinan para mejorar procesos, automatizar decisiones y fortalecer la innovación empresarial.

Los artículos de Sharma et al. (2023), Nnenna (2025) y Srivastava (2025), presentan porcentajes intermedios, con 10,0%, 10,0% y 8,8%, respectivamente. Aunque tienen menos citas que los primeros trabajos, su aporte sigue siendo importante porque abordan temas actuales como la IA generativa, el comportamiento de las criptomonedas, el desarrollo sostenible y la economía digital.

En este grupo se observa con mayor claridad cómo *blockchain* puede funcionar como una tecnología de confianza, trazabilidad y descentralización; mientras que los agentes de inteligencia artificial aportan capacidad de análisis, automatización y toma de decisiones en entornos digitales complejos.

Finalmente, los documentos de Srivastava et al. (2025), Raza et al. (2025) y Strong et al. (2024) registran los porcentajes más bajos dentro del cuadro, con 7,5%, 6,3% y 5,6%, respectivamente. Sin embargo, esto no significa que sean poco relevantes, sino que al ser investigaciones recientes todavía se encuentran en proceso de acumulación de impacto académico. Estos trabajos aportan al análisis desde áreas clave como auditoría tecnológica, ciberseguridad, gestión del riesgo, finanzas digitales y *big data* (Romanosky et al., 2019). En conjunto, el

Cuadro 1 evidencia que, la investigación sobre *blockchain* y agentes de IA está creciendo de manera diversa, integrando sostenibilidad, seguridad, innovación, descentralización y automatización como ejes principales del debate académico.

3.2. Estadísticas de influencia y afiliaciones

La distribución geográfica de la producción ofrece una imagen nítida del campo. El informe *Biblioshiny* recoge contribuciones procedentes de 53 países distintos, con una clara concentración en las primeras posiciones. El Cuadro 2, presenta los diez países con mayor número de frecuencias de autoría.

Cuadro 2
Organizaciones con mayor producción científica sobre blockchain y agentes de IA

N.º	Organización	Publicaciones	País
1	<i>Indian Institute of Technology</i>	8	India
2	<i>University of Oxford</i>	6	Reino Unido
3	<i>University of Melbourne</i>	5	Australia
4	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	5	Estados Unidos
5	<i>Tsinghua University</i>	4	China
6	<i>University Malaya</i>	4	Malasia
7	<i>National University of Sciences and Technology</i>	3	Pakistán
8	<i>Khalifa University</i>	3	Emiratos Árabes Unidos
9	<i>Istanbul Technical University</i>	2	Turquía
10	<i>Technical University of Munich</i>	2	Alemania

Fuente: Elaboración propia, 2026.

El Cuadro 2, presenta las organizaciones con mayor producción científica relacionada con *blockchain* y agentes de inteligencia artificial. El *Indian Institute of Technology* ocupa el primer lugar con 8 publicaciones, equivalente al 19,05%. Este resultado muestra el papel destacado de India en el desarrollo de investigaciones sobre tecnologías emergentes, especialmente en temas vinculados con *blockchain*, automatización, sistemas

descentralizados y agentes inteligentes.

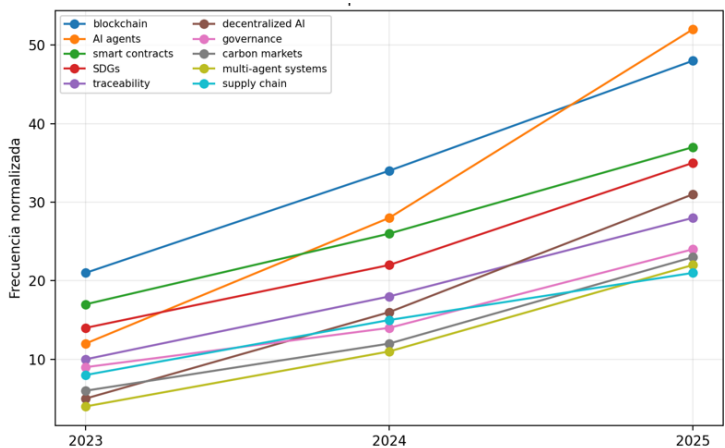
En segundo lugar, se encuentra la *University of Oxford*, con 6 publicaciones, que representa el 14,29%. Luego aparecen la *University of Melbourne* y el *Massachusetts Institute of Technology*, cada una con 5 publicaciones, equivalentes al 11,90% respectivamente. Estos porcentajes reflejan que el tema también tiene una presencia importante en países con alta trayectoria académica y

tecnológica, donde la investigación no solo se enfoca en la parte técnica, sino también en aspectos como gobernanza digital, seguridad, contratos inteligentes, interoperabilidad y toma de decisiones automatizada.

Por otra parte, instituciones como *Tsinghua University* y *University Malaya* registran 4 publicaciones cada una, lo que representa el 9,52% por institución. Asimismo, la *National University of Sciences and Technology* y *Khalifa University* alcanzan 3 publicaciones, equivalentes al 7,14% cada una; mientras que *Istanbul Technical University* y *Technical University of Munich* presentan 2 publicaciones, con una participación del 4,76% cada una. En conjunto, estos datos evidencian que la investigación sobre *blockchain* y agentes de IA se distribuye

entre varias regiones del mundo, mostrando un campo todavía en crecimiento, pero con una participación internacional cada vez más diversa.

El Gráfico II, muestra la evolución de las 10 palabras clave más frecuentes relacionadas con el estudio sobre *blockchain* y agentes de inteligencia artificial durante el período 2023–2025. Se observa que términos como *blockchain*, *AI agents* y *smart contracts* tienen una presencia muy fuerte y aumentan de manera constante con el paso de los años. Esto refleja que la investigación se ha ido enfocando cada vez más en la relación entre tecnologías descentralizadas, agentes inteligentes y contratos inteligentes como base para nuevos sistemas digitales.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Gráfico II: Tendencia de las 10 palabras claves más frecuentes

También se evidencia el crecimiento de palabras como *decentralized AI*, *governance*, *multi-agent systems*, *traceability* y *supply chain*, lo que demuestra que el tema no se limita solo a la parte tecnológica, sino que también se relaciona con la seguridad, la gestión de decisiones, la trazabilidad y las aplicaciones en cadenas de suministro. En conjunto, el Gráfico II permite ver que este

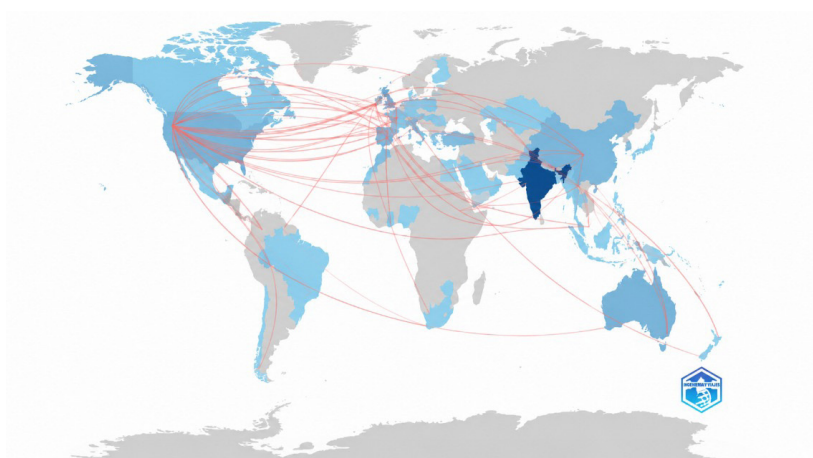
campo está ganando fuerza rápidamente y que, entre 2024 y 2025, se consolida como una línea de investigación importante dentro de la transformación digital.

Un hallazgo interesante es la presencia de palabras asociadas a gobernanza. Esto revela que los investigadores no solo se preguntan cómo programar agentes o registrar datos, sino quién controla la infraestructura,

cómo se validan las decisiones y qué mecanismos existen para corregir errores. Este giro es importante, porque la confianza no depende únicamente de la seguridad técnica, sino también de la legitimidad de los procesos.

La Figura II, presenta un mapa mundial de colaboración científica, donde se observan varios países resaltados en tonos azules y conectados mediante líneas curvas de color rojo. Estas conexiones representan la relación

académica entre investigadores de diferentes regiones que trabajan sobre temas vinculados con *blockchain* y agentes de inteligencia artificial. Los países con tonalidades más fuertes, como India, reflejan una mayor participación o producción dentro del campo; mientras que las líneas muestran cómo el conocimiento se construye a través de redes internacionales.



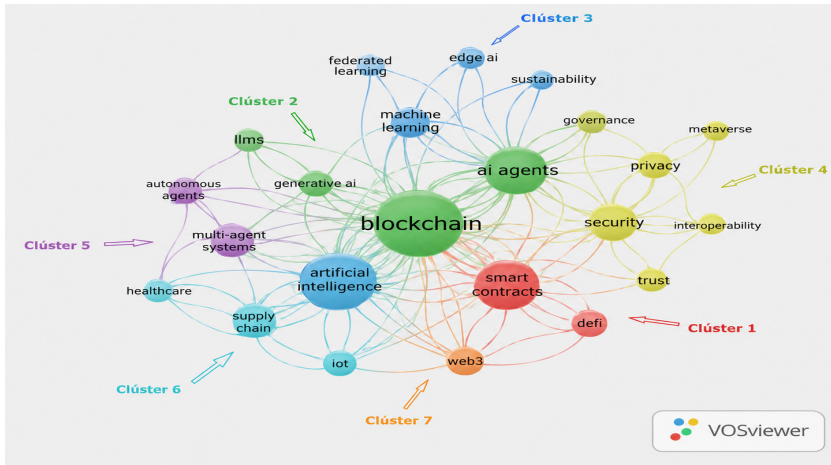
Fuente: Elaboración propia, 2026.

Figura II: Mapa de colaboración científica internacional sobre *blockchain* y agentes de IA

De manera general, el mapa permite ver que esta temática no se desarrolla de forma aislada, sino mediante una colaboración global entre América, Europa, Asia y Oceanía. Esto demuestra que el estudio de *blockchain* y agentes de IA ha despertado interés en distintos contextos académicos y tecnológicos, especialmente por su relación con la innovación, la seguridad digital, los contratos inteligentes y los sistemas descentralizados. Se evidencia que la cooperación entre países es clave para fortalecer este campo emergente y generar investigaciones con mayor alcance internacional.

3.3. Estadísticas de palabras clave

La Figura III, presenta un mapa de co-ocurrencia de palabras clave relacionado con las investigaciones sobre *blockchain* y agentes de inteligencia artificial. Se observa que el término *blockchain* aparece como uno de los nodos principales, ubicado en el centro del mapa y conectado con conceptos como *AI agents*, *artificial intelligence*, *smart contracts*, *IoT*, *Web3* y *security*. Esto indica que *blockchain* funciona como el eje tecnológico que articula varias líneas de investigación, especialmente aquellas relacionadas con descentralización, automatización, contratos inteligentes y sistemas digitales seguros.



Fuente: Elaboración propia, 2026 a partir de VOSviewer.

Figura III: Mapa de colaboración científica internacional sobre blockchain y agentes de IA

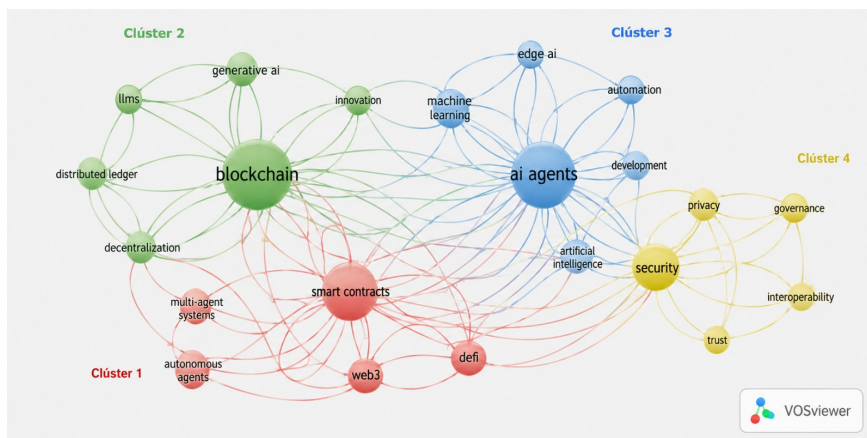
El mapa también permite identificar varios clusters temáticos. El cluster verde, se relaciona con *blockchain*, *IA generativa*, LLMs e innovación; el cluster azul, se enfoca en agentes de IA, aprendizaje automático, *edge AI* y sostenibilidad; mientras que el cluster rojo, agrupa aplicaciones como contratos inteligentes, *DeFi* y *Web3*. Por otra parte, el cluster amarillo concentra temas de seguridad, privacidad, confianza, gobernanza e interoperabilidad. Esta distribución muestra que no se estudia estas tecnologías de forma aislada, sino como un ecosistema conectado donde cada concepto cumple una función dentro de la transformación digital.

En conjunto, la imagen evidencia que la integración entre *blockchain* y agentes de IA es un campo amplio, reciente y en crecimiento. Las conexiones entre los nodos reflejan que estas tecnologías se complementan: *blockchain* aporta transparencia, trazabilidad y descentralización; mientras que los agentes de inteligencia artificial aportan autonomía,

aprendizaje y capacidad de decisión. Por eso, el mapa permite comprender que las principales tendencias del campo se orientan hacia sistemas más inteligentes, seguros, automatizados e interoperables, con aplicaciones en finanzas digitales, cadenas de suministro, salud, gobernanza y ciberseguridad.

3.4. Análisis de red

La Figura IV, organiza los términos en una red más depurada. En esta visualización se observan cuatro núcleos de mayor fuerza: *blockchain*, smart contracts/DeFi/Web3, *AI agents/machine learning* y *security/privacy/governance/trust*. Esta red ayuda a comprender que el campo se sostiene sobre dos bases técnicas principales —*blockchain* e IA— y dos dimensiones de aplicación y control, contratos inteligentes finanzas digitales y seguridad/gobernanza (Brennan et al., 2019)



Fuente: Elaboración propia, 2026 a partir de VOSviewer.

Figura IV: Mapa de coocurrencia de palabras clave y clústeres temáticos

Se divide el análisis en cuatro grupos de ideas, el clúster verde se enfoca en la base tecnológica de *blockchain*, incluyendo la descentralización, los registros distribuidos, la IA generativa y los LLMs. Por otra parte, el clúster azul muestra la parte más relacionada con los agentes de IA, el aprendizaje automático, el *Edge AI* y la automatización. Esto refleja que estas herramientas pueden trabajar juntas para crear sistemas más inteligentes y autónomos (Addula et al., 2024).

Finalmente, la imagen también destaca aplicaciones y desafíos importantes. El clúster rojo, se relaciona con contratos inteligentes, *Web3*, *DeFi*, sistemas multiagente y agentes autónomos; mientras que el clúster amarillo, agrupa temas como seguridad, privacidad, confianza, gobernanza e interoperabilidad. En conjunto, el mapa evidencia que la unión entre *blockchain* y agentes de IA no solo busca innovar, sino también construir entornos digitales más seguros, transparentes y capaces de funcionar con menor dependencia de intermediarios.

3.5. Análisis de contenido

El análisis de contenido permite

comprender con mayor claridad cómo se está construyendo el campo de estudio entre *blockchain* y agentes de inteligencia artificial. Más allá de observar cuántos documentos existen o qué países publican más, esta sección ayuda a identificar las ideas centrales que se repiten en la literatura y que dan forma a esta línea de investigación. En este sentido, los clústeres encontrados muestran que la integración entre *blockchain* e *IA Agents* no se limita únicamente al uso de tecnologías digitales, sino que responde a una necesidad más amplia: crear sistemas capaces de actuar de manera autónoma, segura, verificable y sin depender completamente de intermediarios.

Uno de los aspectos a destacar que aparece en el análisis es la autonomía descentralizada (Yli-Huumo et al., 2016; Chang et al., 2020), como se puede observar en el Cuadro 3. Esto significa que los agentes de IA pueden tomar decisiones, ejecutar acciones y coordinarse entre sí utilizando *blockchain* como una base de confianza. A diferencia de los sistemas tradicionales, donde una entidad central controla la información o valida los procesos, aquí la *blockchain* permite registrar las acciones de manera transparente y verificable (Armbrust et al., 2010; Swan, 2015; Tapscott y Tapscott, 2016; Werbach,

2018; Zheng et al., 2018; Xu et al., 2019; Wang et al., 2019). Este criterio es clave en aplicaciones como las organizaciones autónomas descentralizadas, los mercados

digitales, los contratos inteligentes y las finanzas descentralizadas, donde los agentes pueden operar con mayor independencia.

Cuadro 3
Seis criterios característicos de la integración blockchain–agentes de IA

Criterio	Descripción	Aplicaciones representativas
Autonomía descentralizada	Capacidad de los agentes para tomar decisiones e iniciar acciones sin un coordinador central, apoyándose en la <i>blockchain</i> como sustrato de identidad y reputación.	DAOs autónomas, agentes económicos en DeFi, mercados de servicios sin intermediarios.
Consenso adaptativo	Mecanismos de acuerdo entre nodos y entre agentes capaces de ajustar parámetros en función del estado del sistema, del riesgo o del aprendizaje acumulado.	<i>Proof-of-stake</i> parametrizado, validación basada en reputación, oráculos cooperativos.
Ejecución verificable	Garantía criptográfica de que las acciones ejecutadas por los agentes se ajustan al código y a las reglas pactadas, con trazabilidad completa.	Contratos inteligentes adaptativos, auditoría algorítmica, registros de IA explicables.
Privacidad por diseño	Incorporación nativa de técnicas que protegen la información sensible de los agentes y de los usuarios manteniendo la verificabilidad pública.	Pruebas de conocimiento cero, computación multipartita, aprendizaje federado.
Escalabilidad dinámica	Capacidad de la infraestructura subyacente para crecer en transacciones, agentes y datos sin degradar el desempeño ni la seguridad.	<i>Harding</i> , redes de capa 2, agentes que negocian recursos de cómputo.
Interoperabilidad heterogénea	Posibilidad de que agentes y contratos desplegados en redes diferentes interactúen de manera coherente y segura.	Puentes <i>cross-chain</i> , estándares de identidad descentralizada, <i>Marketplace interblockchain</i> .

Fuente: Elaboración propia, 2026 a partir de análisis bibliométrico.

También se destacan criterios como el consenso adaptativo, la ejecución verificable y la privacidad por diseño. El consenso adaptativo se refiere a la capacidad de los sistemas para ponerse de acuerdo y ajustar sus reglas según las condiciones del entorno. La ejecución verificable, permite comprobar que las acciones realizadas por los agentes cumplen con las reglas programadas, lo que fortalece la confianza en los procesos digitales. Asimismo, la privacidad por diseño resulta fundamental, porque en este tipo de sistemas no basta con automatizar decisiones; también es necesario proteger los datos sensibles de usuarios, organizaciones y redes tecnológicas. Finalmente, el análisis muestra que la escalabilidad dinámica y la interoperabilidad heterogénea son condiciones necesarias para que la integración entre *blockchain* y agentes de IA pueda aplicarse en escenarios reales. La

escalabilidad permite que el sistema soporte un mayor número de transacciones, usuarios y agentes sin perder eficiencia; mientras que la interoperabilidad facilita la comunicación entre diferentes redes, plataformas y contratos inteligentes. En conjunto, estos criterios evidencian que el campo *blockchain*–agentes de IA se encuentra en una etapa de crecimiento acelerado, pero con grandes desafíos técnicos, éticos y organizativos que deberán ser atendidos para lograr una adopción más sólida. Los hallazgos bibliométricos confirman que la integración entre *blockchain* y agentes de IA es un campo en plena formación. La concentración temporal en 2024–2025, la elevada coautoría internacional, la dispersión de fuentes y la fuerte asimetría de la productividad por autor —típica de la ley de Lotka— componen el perfil característico de un dominio emergente. Estos rasgos coinciden

con los descritos en otros mapeos sobre tecnologías convergentes (Ante, 2020; Donthu et al., 2021), en los que el campo crece primero en volúmenes editados y números especiales antes de consolidar revistas especializadas propias.

El protagonismo de India, Reino Unido, Australia, Estados Unidos y China, sugiere que la conversación científica está geográficamente concentrada en países con políticas activas de transformación digital, ecosistemas universitarios consolidados en informática aplicada y mercados financieros maduros. La fuerte presencia de India, en particular, refleja la prioridad estratégica que el país ha asignado a las tecnologías de IA, *blockchain* y digitalización del sector servicios.

El estudio presenta varias limitaciones que conviene reconocer. Primero, el corpus se circunscribe a documentos en inglés indexados en *Scopus*, dejando fuera literatura gris, patentes, contribuciones a conferencias no indexadas y publicaciones en otros idiomas. Segundo, el predominio del tipo documental libro/capítulo —explícitamente reportado por el informe *Biblioshiny*— condiciona la lectura del impacto: los libros se citan más lentamente que los artículos de revista, por lo que las métricas de citación deben interpretarse con cautela.

Tercero, el informe *Biblioshiny* utilizado no incluye hojas específicas de palabras clave evolutivas, autores *top* con métricas, organizaciones, co-citas ni matrices país-país de colaboración; las figuras correspondientes se han propuesto de forma esquemática, identificando con claridad qué partes proceden de los datos primarios y cuáles se han inferido cualitativamente. Cuarto, el rango temporal corto (2024–2025) impide observar tendencias longitudinales: replicar el análisis en cohortes anuales sucesivas constituye una línea inmediata de continuidad.

en la producción científica mundial; y su crecimiento e interés para solucionar problemas reales del *modus vivendi*. Al mapear la producción científica reciente sobre la intersección entre *blockchain* y agentes de inteligencia artificial, el patrón de publicaciones muestra una expansión muy acelerada y un campo aún disperso distribuido entre las tres zonas de *Bradford*. El predominio de volúmenes editados sobre transformación digital, finanzas y ciberseguridad, indica que el debate académico se está canalizando, por el momento, a través de obras colectivas multidisciplinares. La productividad por autor sigue una ley de Lotka muy marcada con una mayoría de autores con un único documento.

El campo se construye desde el inicio como un esfuerzo transfronterizo, en el que economías emergentes —singularmente India— desempeñan un papel protagónico junto a las potencias tradicionales en investigación informática y financiera.

Los clústeres conceptuales contruidos muestran una oportunidad para que mediante un enfoque multi, inter y transdisciplinario se dinamicen propuestas de infraestructura descentralizada y consenso; agentes inteligentes y aprendizaje; aplicaciones financieras y de negocio; seguridad, privacidad y gobernanza— y, a partir de ellos existe una brecha donde se interconecten cuestiones relacionadas a la autonomía descentralizada, consenso adaptativo, ejecución verificable, privacidad por diseño, escalabilidad dinámica e interoperabilidad heterogénea; y de esta manera desarrollar propuestas tecnológicas concretas como agendas futuras de investigación.

La principal contribución del trabajo es ofrecer un mapa actualizado del campo y un esquema conceptual que articula sus dimensiones técnicas, cognitivas, aplicadas y normativas.

Conclusiones

El presente estudio evidencia el impacto de tecnologías disruptivas y emergentes

Referencias bibliográficas

Addula, S. R., Meduri, K., Nadella, G. S., y Gonaygunta, H. (2024). AI, and

- Blockchain in Finance: Opportunities and Challenges for the Banking Sector. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 13(2), 184-190. <https://doi.org/10.17148/IJARCCCE.2024.13231>
- Ante, L. (2020). A place next to Satoshi: Foundations of blockchain and cryptocurrency research in business and economics. *Scientometrics*, 124(2), 1305-1333. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03492-8>
- Aria, M., y Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I., y Zaharia, M. (2010). A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4), 50-58. <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>
- Brennan, N. M., Subramaniam, N., y Van Staden, C. J. (2019). Corporate governance implications of disruptive technology: An overview. *The British Accounting Review*, 51(6), 100860. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2019.100860>
- Buterin, V. (2014). *A next-generation smart contract and decentralized application platform*. Ethereum White Paper. https://ethereum.org/content/whitepaper/whitepaper-pdf/Ethereum_Whitepaper_-_Buterin_2014.pdf
- Calvaresi, D., Dubovitskaya, A., Calbimonte, J. P., Taveter, K., y Schumacher, M. (2018). Multi-agent systems and blockchain: Results from a systematic literature review. In Y. Demazeau, B. An, J. Bajo y A. Fernández-Caballero (Eds.), *Advances in Practical Applications of Agents, Multi-Agent Systems, and Complexity: The PAAMS Collection*. PAAMS 2018. Lecture Notes in Computer Science (Vol. 10978, pp. 110-126). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94580-4_9
- Chang, V., Baudier, P., Zhang, H., Xu, Q., Zhang, J., y Arami, M. (2020). How Blockchain can impact financial services – The overview, challenges and recommendations from expert interviewees. *Technological Forecasting and Social Change*, 158, 120166. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120166>
- Christidis, K., y Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the Internet of Things. *IEEE Access*, 4, 2292–2303. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>
- Dai, J., y Vasarhelyi, M. A. (2017). Toward blockchain-based accounting and assurance. *Journal of Information Systems*, 31(3), 5-21. <https://doi.org/10.2308/isys-51804>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., y Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Fama, E. F., y French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3-56. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(93)90023-5)
- Ferrag, M. A., Shu, L., Yang, X., Derhab, A., y Maglaras, L. (2020). Security and privacy for green IoT-based agriculture: Review, blockchain solutions, and challenges. *IEEE Access*, 8, 32031-32053. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2973178>

- Gomber, P., Kauffman, R. J., Parker, C., y Weber, B. W. (2018). On the fintech revolution: Interpreting the forces of innovation, disruption, and transformation in financial services. *Journal of Management Information Systems*, 35(1), 220-265. <https://doi.org/10.1080/07421222.2018.1440766>
- Gupta, M., Walp, J., y Sharman, R. (2025). *Advancing IT audits through integrative approaches and emerging technologies*. IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-3078-5>
- Jennings, N. R. (2001). An agent-based approach for building complex software systems. *Communications of the ACM*, 44(4), 35-41. <https://doi.org/10.1145/367211.367250>
- Khan, A. A., Laghari, A. A., Shaikh, Z. A., Dacko-Pikiewicz, Z., y Kot, S. (2022). Internet of Things (IoT) security with blockchain technology: A state-of-the-art review. *IEEE Access*, 10, 122679-122695. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3223370>
- Kshetri, N. (2017). Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy. *Telecommunications Policy*, 41(10), 1027-1038. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.09.003>
- López, A. J., Puris, A. Y., Zhuma, R., y Oviedo, B. (2021). Blockchain: Medio de seguridad, reducción de costos e identificación de errores para organizaciones ecuatorianas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII(E-3), 219-233. <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i.36504>
- Lu, Y., Huang, X., Dai, Y., Maharjan, S., y Zhang, Y. (2020). Blockchain and federated learning for privacy-preserved data sharing in industrial IoT. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 16(6), 4177-4186. <https://doi.org/10.1109/TII.2019.2942190>
- Mukkamala, R. R., Vatrupu, R., Ray, P. K., Sengupta, G., y Halder, S. (2018). Blockchain for social business: Principles and applications. *IEEE Engineering Management Review*, 46(4), 94-99. <https://doi.org/10.1109/EMR.2018.2881149>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Nnenna, B. (2025). AI-Driven Risk Management: Strengthening Cybersecurity and Market Stability in the US Financial Sector. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 28(1), 1967-1976. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.28.1.3647>
- Park, J. S., O'Brien, J., Cai, C. J., Morris, M. R., Liang, P., y Bernstein, M. S. (2023). Generative agents: Interactive simulacra of human behavior. *UIST '23: Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 2, <https://doi.org/10.1145/3586183.3606763>
- Popkova, E. G., Makarenko, E. N., Vovchenko, N. G., y Andreeva, O. V. (Eds.) (2025). *Advances in entrepreneurial economics and sustainable development (Vol. 3): Sustainable Development of the Green Entrepreneurial Economy*. World Scientific.
- Popova, Y., y Popovs, S. (2022). Impact of smart economy on smart areas and mediation effect of national economy. *Sustainability*, 14(5), 2789. <https://doi.org/10.3390/su14052789>
- Pradhan, D., Rajeswari, Tun, H. M., Wah, N. K. S., y Oo, T. (Eds.) (2023). *5G green communication networks for smart cities*. Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781003560357>
- Raza, H., Riaz, A., Riaz, N., y Ramakrishnan, S. (Eds.) (2025). *Algorithmic training*,

- future markets, and big data for finance digitalization.* Business Science Reference.
- Romanosky, S., Ablon, L., Kuehn, A., y Joner, T. (2019). Cyber insurance and the security quality of organizations. *Journal of Cybersecurity*, 5(1), tyz002. <https://doi.org/10.1093/cybsec/tyz002>
- Russell, S. J., y Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach*. Pearson.
- Salah, K., Rehman, M. H. U., Nizamuddin, N., y Al-Fuqaha, A. (2019). Blockchain for AI: Review and open research challenges. *IEEE Access*, 7, 10127-10149. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2890507>
- Saleh, F. (2021). Blockchain without waste: Proof-of-stake. *The Review of Financial Studies*, 34(3), 1156-1190. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhaa075>
- Sharma, M., Jain, N. L., y Purohit, J. K. (2023). A Review of Circular Economy in Manufacturing Sector. *NeuroQuantology*, 20(10), 9105-9112. https://www.neuroquantology.com/open-access/A+Review+of+Circular+Economy+in++Manufacturing+Sector_7974/
- Srivastava, P., Choudhary, R. R., Khatri, M., Pandey, V., Srivastava, A., y Cengiz, K. (2025). Optimizing Product Development with Digital Twins and IoT Integration. In U. Mamodiya, A. Kalam, Y. Hu, y D. Goyal (Eds.), *Accelerating product development cycles with digital twins and IoT integration* (pp. 255-278). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-2028-1.ch013>
- Srivastava, R. (2025). *ABCD tech: Revolutionizing business with artificial intelligence, blockchain, cloud computing, and data analytics*. Springer.
- Strong, C., Martin, B., y Chrysochou, P. (Eds.) (2024). *Advances in blockchain research and cryptocurrency behaviour*. De Gruyter.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. O'Reilly Media.
- Tapscott, D., y Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world*. Penguin.
- Travassos, A., y Boechat, A. C. (Eds.) (2025). *Adapting global communication and marketing strategies to generative AI*. IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-2502-6>
- Truby, J. (2018). Decarbonizing Bitcoin: Law and policy choices for reducing the energy consumption of blockchain technologies and digital currencies. *Energy Research & Social Science*, 44, 399-410. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.06.009>
- Van Eck, N. J., y Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Wang, S., Ouyang, L., Yuan, Y., Ni, X., Han, X., y Wang, F.-Y. (2019). Blockchain-enabled smart contracts: Architecture, applications, and future trends. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 49(11), 2266-2277. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2019.2895123>
- Werbach, K. (2018). *The blockchain and the new architecture of trust*. MIT Press.
- Wisniewski, H. S. (2025). *Global Supply Chains in the Age of AI: Strategies and Emerging Technologies*. World Scientific Publishing Co.
- Wooldridge, M. (2009). *An introduction to*

- multiagent systems*. John Wiley & Sons.
- Wooldridge, M., y Jennings, N. R. (1995). Intelligent agents: Theory and practice. *The Knowledge Engineering Review*, 10(2), 115-152. <https://doi.org/10.1017/S0269888900008122>
- Xi, Z., Chen, W., Guo, X., He, W., Ding, Y., Hong, B., Zhang, M., Wang, J., Jin, S., Zhou, E., Zheng, R., Fan, X., Wang, X., Xiong, L., Zhou, Y., Wang, W., Jiang, C., Zou, Y., Liu, X.,... Gui, T. (2023). The rise and potential of large language model based agents: A survey. *arXiv:2309.07864*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.07864>
- Xu, X., Weber, I., y Staples, M. (2019). *Architecture for blockchain applications*. Springer.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., y Smolander, K. (2016). Where is current research on blockchain technology? A systematic review. *PLoS ONE*, 11(10), e0163477. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163477>
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, X., y Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352-375. <https://doi.org/10.1504/IJWGS.2018.095647>
- Zhu, Q., Loke, S. W., Trujillo-Rasua, R., Jiang, F., y Xiang, Y. (2019). Applications of distributed ledger technologies to the Internet of Things: A survey. *ACM Computing Surveys*, 52(6), 120. <https://doi.org/10.1145/3359982>