



**MÁSTER OFICIAL EN EMPRESAS Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN**

**CURSO ACADÉMICO
2018/2019**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Blockchain. Una revisión sistemática de literatura sobre su
aplicación en el campo de la publicación científica.**

**Blockchain. A systematic literature review on its application in the
field of scientific publication.**

Autora: Diana Bohórquez Garzón

Directoras: Prof. Lidia Sánchez Ruíz

Prof. Beatriz Blanco Rojo

Octubre 2019

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. MARCO CONCEPTUAL	10
2.2. BLOCKCHAIN	10
2.1.2. Aplicaciones de la tecnología blockchain	15
2.1.2.1. Salud.....	16
2.1.2.2. Derechos humanos y donaciones.....	17
2.1.2.3. Internet de las cosas (IoT) y almacenamiento en la Nube	17
2.1.2.4. Servicios gubernamentales	18
2.1.2.5. Cadena de suministro	18
2.1.2.6. Educación.....	19
2.1.2.7. Financiero.....	19
2.1.2.8. Inteligencia Artificial.....	20
2.1.2.9. Plataformas de comercio electrónico.....	20
2.2. EL PROCESO DE PUBLICACIÓN CIENTIFICA	21
3. METODOLOGÍA	25
3.1. PROTOCOLO DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA	27
3.2. ANÁLISIS DE CONTENIDO	31
4. RESULTADOS	33
4.1. SÍNTESIS DE LOS ARTÍCULOS REVISADOS	33
4.2. ANÁLISIS SEGÚN LOS OBJETIVOS PROPUESTOS	36
5. CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	48

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1. Lista de revisiones sobre aplicaciones de blockchain	8
Ilustración 2.1. Componentes esenciales de la tecnología blockchain.	11
Ilustración 2.2. Estructura técnica de la tecnología blockchain	12
Ilustración 2.3. Clasificación de las capacidades de la tecnología blockchain	13
Ilustración 2.4. Elementos en un modelo típico de blockchain.....	14
Ilustración 2.5. Aplicaciones en diferentes ámbitos con la tecnología blockchain.....	15
Ilustración 2.6. Esquema de atención médica asegurada con tecnología blockchain.....	16
Ilustración 2.7. Actores y fases en el sistema de evaluación por pares	23
Ilustración 2.8. Tipos de revisión por pares	24
Ilustración 3.1. 10 reglas para hacer una revisión de literatura.....	26
Ilustración 3.2. Criterios de elegibilidad	27
Ilustración 3.3. Estrategia de búsqueda.....	29
Ilustración 3.4. Flujo de selección sistemática de publicaciones	30
Ilustración 3.5. Total de publicaciones elegibles	31
Ilustración 3.6. Objetos de la Unidad Hermenéutica	32
Ilustración 3.7. Tipos de relación Atlas.ti	32
Ilustración 4.1. Nube de palabras de las publicaciones seleccionadas	37
Ilustración 4.2. Detalle de la revista con mayor concentración de publicaciones.....	39
Ilustración 4.3. Porcentaje de revistas según el indicador de calidad de cuartiles.	39
Ilustración 4.4. Evolución temporal de las publicaciones	40
Ilustración 4.5. Afiliaciones académicas	41
Ilustración 4.6. Afiliaciones privadas	41
Ilustración 4.7. Aplicaciones con la tecnología blockchain en el campo de la publicación científica.....	42
Ilustración 4.8.Red semántica sobre revisión por pares.....	44
Ilustración 4.9. Potencial de la tecnología blockchain en la publicación científica. Términos más usados	45

RESUMEN

La tecnología blockchain, al permitir la gestión de datos descentralizados y autorregulados a través de transacciones seguras basadas en criptografía, provee a las áreas de la ciencia, tecnología y empresa un amplio abanico de futuras posibilidades. Por su parte, el campo de la producción científica es un sector dinámico de datos, información y conocimiento que requiere soluciones eficaces a importantes dificultades como la reproducibilidad de las investigaciones, la transparencia en la trazabilidad o la gestión eficaz de tiempos en la revisión por pares y disponibilidad de revisores.

El objetivo de esta investigación es realizar una revisión sistemática de literatura (RSL) sobre la aplicación de la tecnología blockchain al campo de la publicación científica: determinar ventajas, desafíos y potencialidad. Se realiza a través de un proceso sistemático en el que se definen criterios de elegibilidad: inclusión y exclusión. A través de estos criterios se evalúa y seleccionan las publicaciones que por su investigación interesan para el objetivo principal de este documento. Siguiendo los lineamientos de la [Declaración PRISMA](#), se identifican 12 artículos científicos para ser analizados como parte de la revisión.

Los resultados muestran que, si bien no todos las publicaciones presentan diseños metodológicos de aplicaciones prácticas que superen algunas de las dificultades en este campo, sí proponen y discuten reflexiones sobre cómo se podrían implementar sistemas en los que se solucionen o al menos se mitiguen estas problemáticas. La mayoría de las publicaciones recogidas fueron publicadas en la revista *Information Services and Use* valorada en cuartil 2 e indexada en 3 categorías como ciencias de la computación, aplicaciones de la ciencia de la computación y sistemas de información. Asimismo, se observa que se empieza a publicar sobre la temática de la publicación científica y blockchain en el año 2017. Esto tiene un incremento notable en el año 2018 con 8 publicaciones y en los transcurrido del año 2019 se detectan 3 investigaciones. Sin embargo, la recuperación de información se realiza hasta el día 23 de julio, por lo que una propuesta de mejora se consiera una investigación futura incluyendo la totalidad xdel 2019 y lograr detectar otras conclusiones sobre el interés de investigaciones en este campo.

Se puede concluir además, que existen gran variedad de aplicaciones que se están desarrollando en este campo, así como la concordancia observada en la discusión que realizan los investigadores sobre las dificultades y retos pendientes por mitigar o superar en la publicación científica y el gran potencial que se reconoce de la tecnología blockchain para aliviar estos retos.

Palabras clave: Revisión sistemática de literatura, Blockchain, documentación científica, revisión por pares, publicación científica

ABSTRACT

Blockchain technology, by allowing the management of decentralized and self-regulated data through secure transactions based on cryptography, provides to the areas of science, technology, and business with a broad range of future opportunities. At the same time, the production and scientific communication is a dynamic sector of knowledge and information that requires effective solutions to some crucial problems such as research reproducibility, transparency in editorial procedures, and peer review needs related to efficient time management and availability of human resources.

The objective of this research is to conduct a systematic literature review (SLR) on the application of blockchain technology to the field of scientific publication and to determine its advantages, challenges and future potential. It is carried out through a systematic process in which eligibility is defined by means of inclusion and exclusion criteria. Through these criteria, publications that are of interest to the main objective of this document are selected and evaluated given their research topics. Following the guidelines of the PRISMA Declaration, 12 scientific articles are identified to be analyzed in this SLR.

The results show that, although not all articles provide methodological designs of possible applications that overcome some of the difficulties in this field, they do discuss how particular systems could be implemented to deal with and to mitigate such problematics. Most of the collected publications were published in the Information Services and Use Magazine. This journal is ranked in quartile 2 and it is indexed in 3 categories such as computer science, applications of computer science and information systems. Likewise, it is observed that in the year 2017 some publications about the subject of scientific publishing and blockchain technology began to appear. There was a notable increase in 2018 with 8 publications. In the year 2019, 3 academic publications were detected. However, since the information retrieval is carried out until July 23, a proposal for future improvement would be an investigation including completely the year 2019, in order to be able to detect other developments about the research interests in this field.

It can be concluded that there are a wide variety of applications that are being developed in this field, as well as the academic agreement observed in the discussion carried out by researchers about the difficulties and challenges pending to mitigate or overcome in the scientific publication, and the great potential that it is recognized from blockchain technology to alleviate these challenges.

Keywords: Systematic literature review, Blockchain, scientific documentation, peer review, scientific publication.

1. INTRODUCCIÓN

La comunicación académica como parte fundamental de la investigación converge en un intercambio colaborativo de ideas, hipótesis, datos y resultados. Para que este intercambio y esta colaboración sean efectivas, es necesario superar aspectos que eviten la construcción y crecimiento de los diversos campos científicos (Van Rossum, 2017). Por ejemplo, según Van Rossum (2017) algunos de estos aspectos se traducen en las barreras geográficas y temporales, la dificultad que supone la reproducibilidad de los resultados, así como métodos mal descritos o datos incompletos que obstaculizan a los investigadores un trabajo sólido. Según lo anterior, investigadores como Saltelli (2018, p. 88) consideran que además de los esfuerzos para solucionar la actual crisis de reproducibilidad los científicos deben pensar y actuar una ciencia desde la praxis y espíritu radicalmente nuevos frente a lo que piensan y pueden o no entregar. Esto teniendo en cuenta la presión y exigencia de resultados por la que en ocasiones pasan los investigadores en las instituciones a los que están adscritos.

Otro de los aspectos es la revisión por pares. Este es un proceso que ha permitido a la ciencia desarrollar un cuerpo de conocimiento acumulativo, legítimo y sólido (Avital *et al.*, 2015). Y se ha convertido no solo en un mecanismo principal de control de calidad en la producción de conocimiento científico, sino también en un instrumento de asignación de recursos y control institucional. A pesar de que es un tema es controversial al observarse como un proceso exigente y que requiere de mucho tiempo, ningún mecanismo alternativo ha logrado hasta ahora un nivel de significativo aporte para realizar este proceso con mayor eficiencia (Avital, 2018). Como dificultades principales presenta la falta de visibilidad y reconocimiento para los revisores, a consecuencia de esto los resultados de su trabajo de revisión permanece desapercibido, también se observa la dificultad para encontrar revisores adecuados (Van Rossum, 2017).

En los últimos años, se ha evidenciado que la tasa de revisiones ha sufrido una disminución considerable. Esto puede deberse al aumento de las presiones institucionales para publicar y evidenciar resultados. Entonces los investigadores tienden a rechazar la actividad de revisión por falta de tiempo o de reconocimiento (Avital *et al.*, 2015). Por ejemplo, el informe Global State of Peer Review 2018 señala que el incremento de las solicitudes de revisión está causando el rechazo a admitir solicitudes por parte de muchos revisores (Publons, 2018). Esto para los editores de revistas ha significado una dificultad al tratar de retener un número suficiente de revisores calificados que puedan manejar un flujo cada vez mayor de envíos (Avital *et al.*, 2015).

No obstante, iniciativas como el caso de la plataforma Publons, parte de Clarivate Analytics, permite registrar, validar y visibilizar las revisiones científicas, permitiendo a revisores y revistas crear sus propios perfiles (Repiso y Robinson-García, 2018). Anuncia una asociación con Springer Nature para mejorar el proceso de revisión por pares y permitir que los revisores reciban reconocimiento por su contribución (Publons, 2018).

Por otro lado, la tecnología blockchain desde su planteamiento técnico en el año 2009 ha experimentado un notable crecimiento en su variedad de aplicaciones en diferentes sectores. Con características intrínsecas como la garantía de transparencia, integridad de la red, transacciones seguras, privacidad, distribución de poder, entre otros (Tapscott y Tapscott, 2017). Inicialmente en el ámbito de las finanzas con las criptomonedas, siendo bitcoin el más conocido, surge en el planteamiento de un sistema de pago entre iguales sin intervención de terceros gracias a Nakamoto (Nakamoto, 2008). Enseguida se trasladó a contextos de seguros, gobierno (Hughes *et al.*, 2019), internet de las cosas y

almacenamiento en la nube (Kang *et al.*, 2018; Ali *et al.*, 2019; Lo *et al.*, 2019), salud (Kuo, Zavaleta Rojas y Ohno-Machado, 2019), entre muchos otros.

Por lo tanto, este trabajo plantea como objetivo principal realizar una revisión sistemática de literatura sobre el uso y aplicación de la tecnología blockchain en el ámbito de la publicación científica. Esto se traduce en la recopilación de información contrastable a través de un proceso sistemático y transparente que responde a criterios de elegibilidad establecidos previamente (Liberati *et al.*, 2009).

Se destaca la contribución original de este documento en la literatura como una fuente terciaria de información dado que proporciona una comprensión general del tema en cuestión a través de una descripción y una evaluación crítica de la evidencia disponible.

Asimismo, se ha comprobado que en la literatura existente no se reporta alguna revisión sistemática referente a la industria editorial, publicación o documentación científica y la aplicación de la tecnología blockchain. Así, se realizó una exploración de la literatura publicada en bases de datos científicas (Scopus y Web of Science) y se detectaron 27 publicaciones filtradas como revisiones acerca de la aplicaciones de la tecnología en diversos campos (Ilustración 1.1.).

BLOCKCHAIN. UNA REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE SU APLICACIÓN EN EL CAMPO DE LA
PUBLICACIÓN CIENTÍFICA

Ilustración 1.1.1. Lista de revisiones sobre aplicaciones de blockchain

Ítem	Autores	Título de la revisión	Año
1	Alammary, A; Alhazmi, S; Almasri, M; Gillani, S	Blockchain-Based Applications in Education: A Systematic Review	2019
2	Agbo, CC; Mahmoud, QH; Eklund, JM	Blockchain Technology in Healthcare: A Systematic Review	2019
3	Martins, GD; Goncalves, RF; Petroni, BC	Blockchain in manufacturing revolution based on machine to machine transaction: a systematic review	2019
4	Li, J; Greenwood, D; Kassem, M	Blockchain in the built environment and construction industry: A systematic review, conceptual models and practical use cases	2019
5	O'Donoghue, O; Vazirani, AA; Brindley, D; Meinert, E	Design Choices and Trade-Offs in Health Care Blockchain Implementations: Systematic Review	2019
6	Kuo, TT; Rojas, HZ; Ohno-Machado, L	Comparison of blockchain platforms: a systematic review and healthcare examples	2019
9	Casino, F; Dasaklis, TK; Patsakis, C	A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues	2019
10	Vazirani, AA; O'Donoghue, O; Brindley, D; Meinert, E	Implementing Blockchains for Efficient Health Care: Systematic Review	2019
11	Meinert, E; Alturkistani, A; Foley, KA; Osama, T; Car, J; Majeed, A; Van Velthoven, M; Wells, G; Brindley, D	Blockchain Implementation in Health Care: Protocol for a Systematic Review	2019
12	Andoni, M; Robu, V; Flynn, D; Abram, S; Geach, D; Jenkins, D; McCallum, P; Peacock, A	Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities	2019
13	Wang, YL; Han, JH; Beynon-Davies, P	Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda	2019
14	Kamble, SS; Gunasekaran, A; Goswami, M; Manda, J	A systematic perspective on the applications of big data analytics in healthcare management	2019
15	Lo, SK; Liu, Y; Chia, SY; Xu, XW; Lu, QH; Zhu, LM; Ning, HS	Analysis of Blockchain Solutions for IoT: A Systematic Literature Review	2019
16	Shahaab, A; Lidgey, B; Hewage, C; Khan, I	Applicability and Appropriateness of Distributed Ledgers Consensus Protocols in Public and Private Sectors: A Systematic Review	2019
17	Cai, CW	Disruption of financial intermediation by FinTech: a review on crowdfunding and blockchain	2019
18	Kang, M; Park, E; Cho, BH; Lee, KS	Recent Patient Health Monitoring Platforms Incorporating Internet of Things-Enabled Smart Devices	2018
19	Shen, C; Pena-Mora, F	Blockchain for Cities-A Systematic Literature Review	2019
20	Yli-Huumo, J; Ko, D; Choi, S; Park, S; Smolander, K	Where Is Current Research on Blockchain Technology?-A Systematic Review	2019
21	Xu, Min, Xingtong Chen and Gang Kou	A systematic review of blockchain	2019
22	Manimuthu, A., Rejikumar, G., & Marwaha, D	A Literature Review on Bitcoin: Transformation of Crypto Currency into a Global Phenomenon	2019
23	Taylor, P. J., Dargahi, T., Dehghantanha, A., Parizi, R. M., & Choo, K. K. R.	A systematic literature review of blockchain cyber security	2019
24	Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H.	Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature	2019
25	Drosatos, G., & Kaldoudi, E.	Blockchain Applications in the Biomedical Domain: A Scoping Review	2019
26	Mosavi, A., Salimi, M., Faizollahzadeh Ardabili, S., Rabczuk, T., Shamsirband, S., & Varkonyi-Koczy, A. R.	State of the art of machine learning models in energy systems, a systematic review	2019

Fuente: Elaboración propia

Estas revisiones se han centrado, por un lado, en la tecnología blockchain aplicada al ámbito del Internet de las cosas (IoT). Por ejemplo, Ali *et al.*, (2018) aborda la conceptualización de los términos principales y se analizan las soluciones propuestas en la academia y las metodologías utilizadas para integrar blockchain con IoT. Los investigadores reúnen el conocimiento sobre los enfoques técnicos actuales implementados para integrar blockchain en IoT a través de una revisión sistemática de la literatura (SLR) sobre artículos publicados y revisados por pares sobre soluciones basadas en blockchain para IoT.

Asimismo, Lo *et al.*, (2019) destaca los desafíos del IoT y el diseño detallado de las soluciones basadas en blockchain desde dos perspectivas: la gestión de datos y la gestión

de cosas. Además, los autores aportan reflexiones sobre cómo mejorar las soluciones existentes. Por otro lado, Kang *et al.*, (2018) trabaja la integración sinérgica del Internet de las cosas (IoT), la computación en la nube y las tecnologías de big data en la atención médica aproximándose esta sinergia a la noción de "salud inteligente". Explican los autores que la salud inteligente es un concepto emergente que se refiere a la provisión de servicios de atención médica para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y la gestión de seguimiento en cualquier momento o en cualquier lugar mediante la conexión de las tecnologías de la información y la atención médica (Kang *et al.*, 2018).

En el ámbito de la educación y la innovación autores como Liu y Zou (2019) investigan algunas de sus dificultades como, por ejemplo, la brecha entre industria, universidad e investigación, así como el impacto de la productividad real de este problema. Su investigación analiza desde la perspectiva de la innovación las ideas y los valores de la aplicación educativa de la tecnología blockchain en combinación con los casos de educación típicos existentes y lo desafíos para promover la aplicación de la tecnología blockchain en la educación.

Para dar respuesta al objetivo principal, se plantean como objetivos específicos:

- Identificar las principales revistas científicas donde se publica sobre el tema, su calidad y el grado de la concentración de publicaciones en las mismas.
- Realizar el análisis de la evolución temporal de las publicaciones de este campo de investigación.
- Identificar los países e instituciones que están investigando sobre la aplicación de la tecnología blockchain en la industria de la publicación científica.
- Examinar las metodologías de análisis que han sido utilizadas en cada uno de los artículos científicos seleccionados.
- Determinar cuáles son los temas específicos relacionados al tópico general en el que se interesan las investigaciones actuales.
- Señalar cuál es el potencial de la tecnología blockchain para optimizar el proceso de publicación científica y revisión por pares.
- Determinar si ya existen aplicaciones creadas para solucionar las problemáticas de la publicación científica y revisión por pares.

Una vez establecido el objetivo, y tras esta introducción, el apartado 2 recoge el marco teórico. En él se explican los principales conceptos de este estudio, así como la aproximación histórica del nacimiento de esta tecnología disruptiva.

En el capítulo 3 se plantea el proceso de obtención de información. Así, el diseño metodológico basado en el proceso de revisión sistemática contempla la identificación de fuentes de datos, la búsqueda de literatura y definición de los criterios de elegibilidad para la identificación y selección de estudios relevantes durante la búsqueda bibliográfica utilizando la Declaración PRISMA como herramienta principal de selección.

En la sección 4 se presentan los resultados. Finalmente, en el capítulo 5 se encuentra la sección de conclusiones. Esta recoge un resumen de los principales resultados del trabajo, limitaciones y algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

2. MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo se abordan los temas principales de esta investigación: la tecnología blockchain y la documentación científica.

2.2. BLOCKCHAIN

Al lado de las tecnologías exponenciales del último siglo como la nanotecnología, impresión 3D, robótica, inteligencia artificial, machine learning, biología digital, energías renovables, entre otros, se posiciona de manera dinámica la tecnología blockchain aplicada cada vez más a una mayor cantidad de organizaciones y empresas en sectores empresariales, industriales, educativos, sociales, gubernamentales, etc.

En cuanto a sus orígenes se conoce por primera este concepto desarrollado por los autores Haber y Stornetta en *How to time-stamp a digital document* (Haber y Stornetta, 1991). Este documento describía de manera abstracta la tecnología como una cadena de bloques asegurada a través de criptografía, no obstante, el término como tal aún no se mencionaba más allá de la lógica de su funcionamiento.

Sin embargo, es Satoshi Nakamoto quien teorizó formalmente en 2008 e implementó en 2009 esta tecnología en su artículo *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* (Nakamoto, 2008). Nakamoto planteaba una tecnología descentralizada específicamente para el intercambio de dinero digital y soportada por una red denominada Bitcoin (Crosby *et al.*, 2016).

Lo anterior abarca el origen particular de esta tecnología, no obstante, vale la pena mencionar un término que aparece asociado al concepto de blockchain y es el de Tecnologías de Registro Distribuido (Distributed Ledger Technology) o DLT. De manera práctica, se puede definir como una base de datos que se gestiona entre varios colaboradores y es descentralizada. El principal distintivo, al ser una tecnología de registro distribuido, es un mayor nivel de transparencia, dificultando así cualquier tipo de falsificación o manipulación (Hileman y Rauchs, 2017).

Según lo anterior, autores en el campo han contribuido con definiciones similares sobre la tecnología blockchain. En primer lugar, Ali *et al.* (2019) la define como una cadena de bloques en donde las transacciones se almacenan dentro del cuerpo de cada bloque, mientras que el encabezado de cada bloque contiene, entre otros campos, el identificador del bloque anterior. Por lo tanto, todos los bloques se encuentran interconectados en una cadena. El identificador de cada bloque se obtiene tomando su hash criptográfico¹, por lo que tener cada bloque vinculado al bloque anterior ayuda a la cadena de bloques a lograr la integridad de su contenido.

Por otro lado, Van Rossum (2017) lo describe como una tecnología para datos descentralizados y autorregulados que se pueden gestionar y organizar, logrando que sean de acceso abierto, permanente, verificado y compartido, sin la necesidad de una autoridad central

Por su parte el autor Yli-Huumo (2016) precisa que blockchain es una solución descentralizada que no requiere ninguna intermediación de terceros. La información sobre

¹ Un hash criptográfico se refiere a un algoritmo matemático que transforma cualquier bloque arbitrario de datos en una nueva serie de caracteres con una longitud fija. Independientemente de la longitud de los datos de entrada, el valor hash de salida tendrá siempre la misma longitud, contribuye a la seguridad en la integridad de los mensajes.

cada transacción completada en blockchain se comparte y está disponible para todos los nodos, que además de ser anónimos se mantienen en una base de datos o libro público, cada vez mayor, de registros de datos confirmados. Este atributo hace que el sistema sea más transparente y seguro al confirmar transacciones.

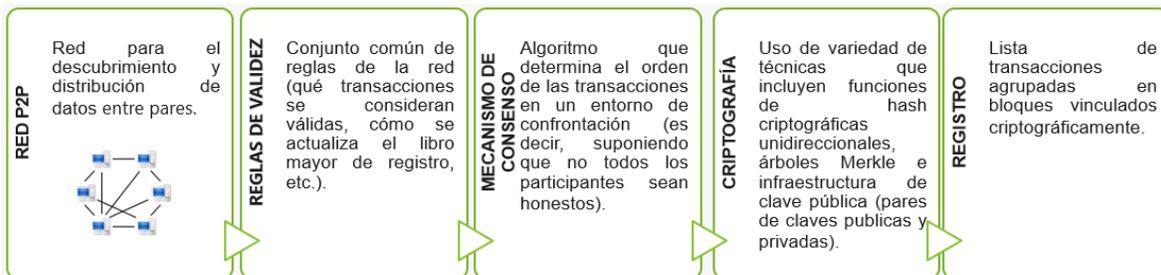
Avital (Avital, 2018) describe la aplicación y el uso de las criptomonedas basadas en la tecnología blockchain como *tokens* que permiten a los usuarios representar el valor del cambio, sin necesidad de una arquitectura de gobierno centralizada. Argumenta que esto facilita la compensación e integridad del mercado y una difusión de autogobierno descentralizado. Considerando el caso de la moneda digital Bitcoin, el autor reflexiona sobre el impacto similar que esto puede causar en otros espacios.

Según lo anterior, se propone desde lo investigado una conceptualización propia de lo que es la tecnología blockchain retomando algunos de estos autores. Así, Blockchain se trata de una tecnología distribuida que funciona en forma de cadena de bloques compuesta por nodos que poseen una réplica de la transacción global y que, a su vez cada nodo confirma por medio de criptografía, la validez de firma (dirección y registro) y, la marca de tiempo, lo que provee de confianza, transparencia, seguridad y fidelidad a la información durante la transacción.

Considerando lo anterior, la relación que existe entre los dos términos es su origen conceptual, es decir, son libros de registro digitalizados y descentralizados. Así, la tecnología blockchain es un tipo de DLT con propiedades particulares, entre las que se destacan las funciones de cifrado criptográfico, firmas digitales, árboles de Merkle, entre otros. Por lo tanto, lejos de tratarse de una nueva tecnología puede definirse mejor como una combinación inteligente de tecnologías que han existido tiempo atrás, precisamente en esto radica su innovación (Hileman y Rauchs, 2017).

En consonancia con lo anterior y siguiendo a Hileman y Rauchs (2017), dentro de los componentes esenciales de la tecnología blockchain resaltan principalmente las reglas de validez, los mecanismos de consenso, el cifrado criptográfico, la red de intercambio entre pares y el registro de las transacciones (Ilustración 2.1.).

Ilustración 2.1. Componentes esenciales de la tecnología blockchain.

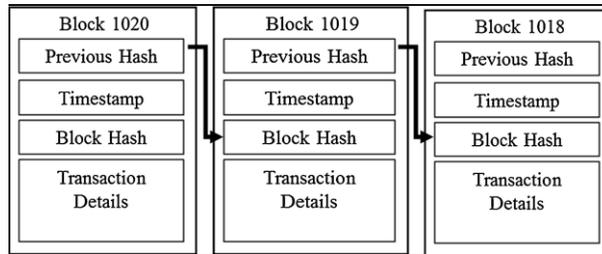


Fuente: Adaptado de Hileman y Rauchs (2017)

El funcionamiento técnico de la estructura tecnológica consiste en la información que contiene un nodo en una transacción. Gran parte de esta información se almacena en la sección de detalles de la transacción. También contiene un número hash que se genera en función de la información de la transacción. En caso de existir algún cambio en esta

información de transacción, el número hash será significativamente diferente. Por lo tanto, cuando los datos en un bloque se alteran, las modificaciones se pueden detectar fácilmente. Entonces un bloque contiene no solo su propio número hash sino también el número hash del bloque anterior. Debido a este enlace, los bloques se conectan entre sí y forman una cadena (Ilustración 2.2). Todo lo anterior mediado por unos elementos técnicos sustanciales para su funcionamiento (Ilustración 2.4).

Ilustración 2.2. Estructura técnica de la tecnología blockchain



Fuente: Ying, Jia y Du (2018)

Algunas de las características principales que se destacan de esta tecnología son: la descentralización, pues se trata de una base de datos distribuida cuyos duplicados (nodos) se efectúan en varias computadoras de la red blockchain. Estos nodos participantes son los encargados de sostener la red. Actividades como la actualización de la información en la base de datos necesita el consenso de los participantes. Este enfoque distribuido da una mayor confiabilidad porque cualquier cambio en los libros mayores será conocido por el público (Ying, Jia y Du, 2018).

También se evidencia la seguridad y transparencia. Al tratarse de un sistema sin rangos o jerarquías logra que sean muchos quienes estén atentos a cualquier alteración en la información. Esto puede resolver un problema central y es el anclado a la confianza, pues tiene el potencial de detectar inmediatamente transacciones fraudulentas (Pierro, 2017); la inmutabilidad, ya que en esta tecnología no puede ser modificada su función de registro criptográfico que va siendo creado por cada nodo en la cadena. Además, en caso de ocurrir cualquier alteración puede ser fácilmente detectado por los registros de tiempos e información que contiene, así es posible auditar cada nodo (Ali *et al.*, 2019). Adicionalmente, según Palomo Zurdo (2018) el sistema criptográfico con el que opera blockchain, que usa tanto clave pública como privada para descifrar el mensaje, aporta la seguridad necesaria sobre la web.

La estructura técnica de la tecnología proporciona todas estas características clave: seguridad, confiabilidad, transparencia e inmutabilidad (Ilustración 2.2.) (Ying, Jia y Du, 2018).

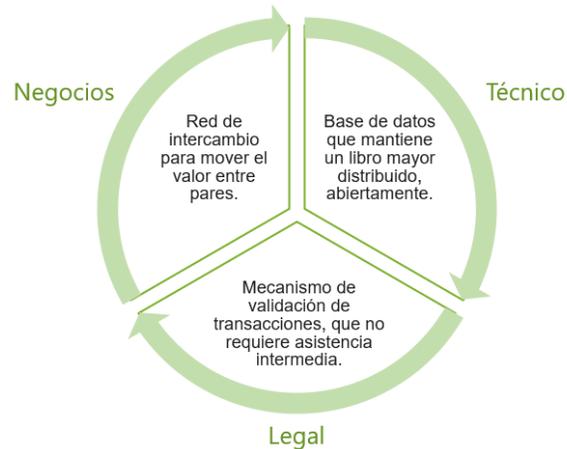
Entonces se trata de un sistema distribuido que puede marcar la diferencia respecto a los modelos de negocio habituales ya que la mayoría funcionan de una manera centralizada y según Mougayar (2016), la tecnología blockchain tiene esta capacidad según la clasificación que realiza de su potencial en 3 campos diferentes (Ilustración 2.3.).

Por ejemplo, en el caso de las transacciones financieras tradicionales esta tecnología ha tenido impacto de reconocimiento global al cambiar en cierta medida el paradigma en el

ámbito financiero con la primera moneda digital *bitcoin* que funciona de forma descentralizada, es decir, que no son creadas ni controladas por los países. Pero sí tienen protocolos y normas computacionales que garantizan diversos aspectos como la integridad, confidencialidad, etc., (Tapscott y Tapscott, 2017). Sin embargo, las ventajas podrían observarse en muchos otros sectores además del financiero y expandirse en modelos de gestión y organización institucional (Alfaro, 2018).

Ilustración 2.3. Clasificación de las capacidades de la tecnología blockchain

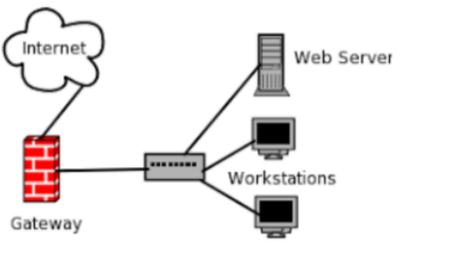
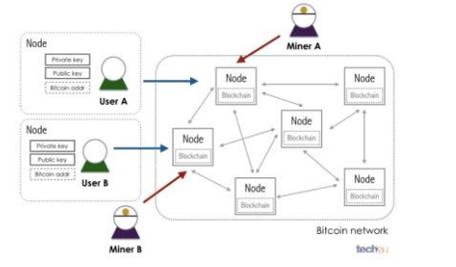
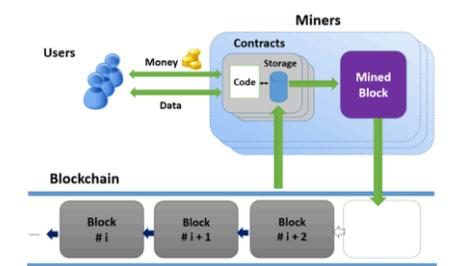
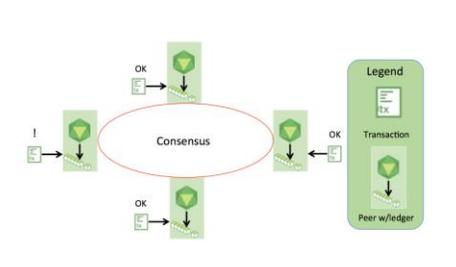
Capacidades de Blockchain = Técnico + Negocio + Legal.



Fuente: Adaptado de (Mougayar, 2016).

Por tanto, el uso de esta tecnología puede derivar en una transformación radical de los modelos de negocio como hoy día los conocemos, incluso según Palomo Zurdo (2018), la figura actual de economía colaborativa de empresas como Airbnb o Uber podría verse afectada y obligada a gestionar de manera diferente su modelo de negocio por un contacto más directo ya que esta tecnología implica desintermediación real.

Ilustración 2.4. Elementos en un modelo típico de blockchain

	<p>Los dispositivos consisten en nodos, sensores, máquinas y servidores en la red blockchain. Se encargan de comunicar, detectar y procesar los datos utilizando una puerta de enlace y enrutadores.</p>
	<p>Las puertas de enlace se utilizan en la red para conectar 'n' dispositivos. Proporciona conectividad a los dispositivos de red y facilita funcionalidades adicionales como seguridad, recopilación y gestión de datos.</p>
	<p>Los nodos mineros se utilizan para autenticar y validar las transacciones y el intercambio de datos utilizando diferentes mecanismos o protocolos de consenso.</p>
	<p>Smart Contract es un protocolo utilizado para autorizar los dispositivos y para verificar que estos dispositivos no funcionen más allá de sus límites. Proporciona una plataforma de comunicación segura entre varios dispositivos inteligentes y la red distribuida.</p>
	<p>El consenso es un acuerdo que se firma entre los diferentes nodos de la red. Existen varios tipos de protocolos de consenso utilizados para el acuerdo entre los nodos, y los populares utilizados para el consenso incluyen Prueba de trabajo (PoW), Prueba de participación (PoS) y Prueba de participación delegada (DPoS).</p>

Fuente: Aggarwal et al. (2019)

De esta manera, para abordar problemáticas en ámbitos específicos. En el siguiente apartado se revisan las principales aplicaciones de la tecnología blockchain.

2.1.2. Aplicaciones de la tecnología blockchain

La tecnología Blockchain poco a poco ha ido transformado la forma en la que funcionan las cosas en diferentes sectores. Así, gradualmente se ha ido implementando en nuevos usos y diferentes campos de la vida. Por ejemplo, la educación, negocios, entretenimiento, sector financiero, etc. A su vez, la tecnología ha ido evolucionando en función de la investigación y búsqueda de diferentes aplicaciones. Según Angelis y Ribeiro da Silva (2019) se puede clasificar la evolución de la tecnología en cuatro etapas: Blockchain 1.0 que incluye aplicaciones que permiten transacciones de criptomonedas digitales; Blockchain 2.0 que incluye Smart Contracts y un conjunto de aplicaciones que se extienden más allá de las transacciones de criptomonedas; Blockchain 3.0 que incluye aplicaciones en áreas más allá de las dos versiones anteriores, como gobierno, salud, ciencia e Internet of Things. La última etapa que es la 4.0 se refiere a la integración de blockchain con la Inteligencia Artificial.

En la Ilustración 2.5., extraída de un estudio cuyo objetivo era analizar los principales campos de aplicación de la tecnología blockchain, se puede observar que son diversas áreas de conocimiento en las que existen soluciones basados en esta tecnología y que solucionan dificultades o problemáticas específicas. Cabe señalar que en los hallazgos del estudio no figura la aplicación de la blockchain a la industria de la publicación científica.

Ilustración 2.5. Aplicaciones en diferentes ámbitos con la tecnología blockchain



Fuente: Casino, Dasaklis y Patsakis (Casino, Dasaklis y Patsakis, 2019)

Este estudio también señala que la mayor cantidad de las revisiones realizadas hasta la fecha en el ámbito de la tecnología blockchain ha dado poca importancia al estudio de las aplicaciones posibles que tiene esta tecnología (Casino, Dasaklis y Patsakis, 2019). Por otro lado, también es cierto que las aplicaciones de blockchain aún no están cubiertas en toda su extensión ni aplicabilidad (Chen *et al.*, 2018).

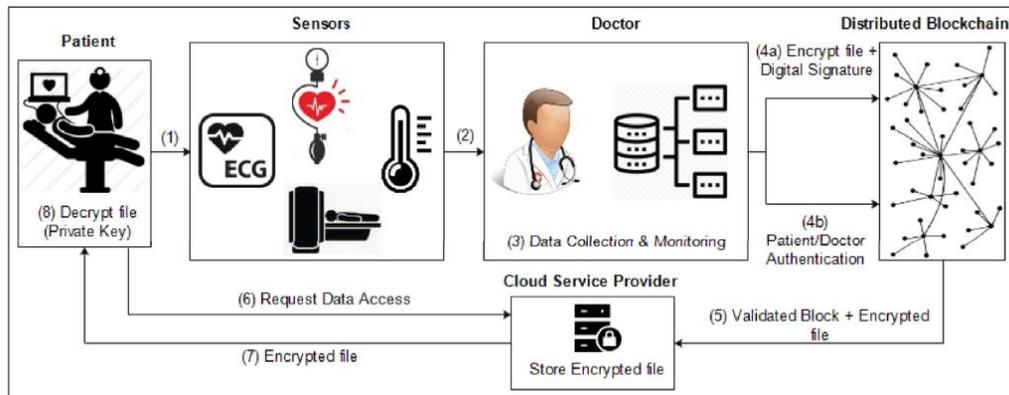
A continuación, se detallan algunas de estas aplicaciones.

2.1.2.1. Salud

Existen varias plataformas de red de la tecnología Blockchain que por sus características estándar se convierten en respuesta para las necesidades del sector salud. Por ejemplo, un aspecto esencial de la administración descentralizada es su utilidad en la organización de los flujos de trabajo habituales y la consulta de datos biomédicos de una forma eficiente y de acuerdo con necesidades específicas sin esperar a que esta solicitud de información sea enviada con largas esperas de tiempo. Asimismo, el proceso frente a la operación de los seguros de salud, la gestión de la validación interinstitucional, sin la necesidad de un centro de coordinación se considera una ventaja. Otro aspecto importante es el registro de la procedencia de los datos, que puede ser vital en aplicaciones como los sistemas de control de decisiones clínicas y de vigilancia. Esto es posible debido a que blockchain crea un seguimiento de auditoría inmutable que registra las transacciones de manera permanente. Por ejemplo, en cuanto al acceso de registros críticos (información protegida del paciente), estarían siempre disponibles para que todos los miembros de la red puedan inspeccionarlos asegurando también la integridad y confidencialidad de la información así como permitiendo su disponibilidad (Kuo *et al.*, 2019).

Teniendo en cuenta lo anterior, las aplicaciones de la tecnología en el área de la salud son amplias. Muchas de estas se concentran en mejorar la gestión de los registros médicos. Se encuentra también la facilidad de acceso a datos e información para la investigación clínica y biomédica que facilitan el intercambio de estos datos entre investigadores. Por ejemplo, es el caso de *Gem Health Network*, que en conjunto con el apoyo de Philips abordan la creación de una infraestructura que permita el equilibrio entre la atención personalizada y los costos operativos, esto permite crear estándares globales sin comprometer la privacidad y la seguridad (Yaeger *et al.*, 2019).

Ilustración 2.6. Esquema de atención médica asegurada con tecnología blockchain



Fuente: Aggarwal et al. (2019)

Siguiendo el estudio de Aggarwal et al. (2019), la Ilustración 2.6., presenta un esquema general de los pasos utilizados para asegurar las redes de atención médica mediante la tecnología blockchain en un contexto de *Smart communities*. De esta manera, se presenta la integración entre sensores IoT, el sistema y un administrador de datos que en este caso sería el médico. Al tener datos del paciente como su temperatura, presión arterial, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, nivel de azúcar, etc., luego de ser procesados por el sistema, el médico puede analizar y recomendar el tratamiento requerido. Estos informes son compartidos en la base de datos en un formato cifrado validado con tecnología blockchain. Finalmente, el paciente envía la solicitud al proveedor de servicios en la nube para acceder al registro del tratamiento (Aggarwal et al., 2019).

Otro caso de aplicación en el campo de la salud es Blockchain Health Co. Se trata de una compañía de software que utiliza la tecnología blockchain para crear un enlace directo entre la investigación médica y los usuarios. BHC permite a los usuarios compartir información directamente con los investigadores a través de su plataforma basada en tecnología blockchain (Blockchainhealth, 2016).

Otro ejemplo es Healthcombix que combina la gestión confidencial de datos de pacientes, la predicción de enfermedades y el poder de las redes de pago descentralizadas para crear nuevos y potentes ecosistemas de atención médica (HCX PAY, 2019).

2.1.2.2. *Derechos humanos y donaciones*

Otra aplicación que existe hoy en día es la que tiene que ver con derechos humanitarios: aspectos como la no pobreza, evitar el hambre, el bienestar y la salud de la población. La tecnología blockchain puede realizar un cambio importante en los aspectos de sostenibilidad que afectan a la salud, la distribución de medicamentos y los suministros humanitarios. Algunas problemáticas actuales que existen en países en vía de desarrollo tienen que ver con la dificultad para asegurar la integridad en los procesos de la entrega, distribución y gestión logística de los medicamentos y productos alimenticios básicos ya que existen notables barreras lingüísticas y la diversidad geográfica presenta un gran desafío. Las características de blockchain como la inmutabilidad y la integridad transaccional pueden ofrecer beneficios significativos en donde las partes pueden enviar y monitorear el ciclo de vida de los bienes relacionados con la salud y bienestar (Hughes et al., 2019).

Asimismo, en el ámbito de las donaciones, la tecnología puede ofrecer confianza respecto a la transparencia en su gestión. Por ejemplo, se refleja en la garantía de realizar el rastreo y verificación por parte de los donantes del destino de su dinero (Hughes et al., 2019). Una aplicación de ello es la plataforma *Alice* que por medio de blockchain y basada en la red Ethereum tiene como objetivo aportar transparencia en la financiación social (Alice, 2019).

2.1.2.3. *Internet de las cosas (IoT) y almacenamiento en la Nube*

Dado que los servicios de almacenamiento actuales están centralizados, son sistemas que siguen siendo susceptibles a ataques de hackers que dejan expuestos los datos de las personas. Esto lo quiso cambiar *Storj*, una empresa que identificó estos problemas y se basó en la tecnología blockchain para resolverlos. Trabajan con almacenamiento encriptado y descentralizado en la nube que garantiza la privacidad de los archivos a través de la división de los datos en fragmentos, que a su vez son almacenados en toda la red, brindando seguridad y eficiencia (Tapscott y Tapscott, 2017). Asimismo, según lo expone

la información de la página web de la empresa, es una opción más económica para almacenar datos, ya que está utilizando una red distribuida de discos duros en lugar de un centro de datos designado. Esto también contribuye a la velocidad de la red porque tiene varios nodos trabajando al mismo tiempo (Storj, 2019).

Por otra parte, el Internet de las cosas o Internet of Things (IoT) es un concepto que se conoce por primera vez en el año 1999 y consiste en objetos conectados en red que detectan y recopilan datos de su entorno que luego se utilizan para realizar funciones automatizadas con el fin de ayudar a los usuarios (Ali *et al.*, 2018). Gracias a la expansión de Internet y al acceso inalámbrico, el IoT es cada día más estudiado y utilizado en intereses de investigación e industriales. La tecnología de blockchain aquí cumple la función de garantizar que los dispositivos se comuniquen entre sí sin ningún problema, que se pueda almacenar más información sobre los dispositivos, conocer cómo interactúan y construyen una red de confianza entre estos. Los contratos inteligentes también facilitarán a los ingenieros la automatización de toda la red. Los beneficios clave de usar blockchain en el IoT incluyen la creación de confianza, la implementación de bajo costo y las transacciones más rápidas (Ali *et al.*, 2019). Algunos ejemplos que avanzan en este campo es el de IBM, investigando la forma en la que las empresas pueden utilizar IoT con blockchain (Amitranjan, Patra y Mukherjee, 2017). O el de *Hyundai Digital Asset Currency (HDAC)*, una red blockchain de IoT que actualmente está construyendo el blockchain privado de IoT (Hdac Technology, 2018).

2.1.2.4. Servicios gubernamentales

A lo largo de los años se confía a los gobiernos la gestión y el mantenimiento de los registros oficiales tanto de empresas como de ciudadanos. Esto ha originado problemáticas como la demora en los tiempos de respuesta en trámites documentales. Sin embargo, las aplicaciones con blockchain podrían cambiar esto junto con otros beneficios como la seguridad en el manejo de registros públicos, la velocidad, menores costes, la responsabilidad, automatización, etc., (Tapscott y Tapscott, 2017). Probablemente el impacto directo sería la obstrucción de la corrupción y lograr que los servicios gubernamentales sean más eficientes. El experimento *World Citizen* es un ejemplo de un servicio de pasaportes descentralizado para identificar a los ciudadanos en todo el mundo (Ellis, 2019).

De igual forma, la empresa IBM ya ha estado investigando la transformación para los gobiernos a través de blockchain. Están proporcionando una solución como transacciones transfronterizas, intercambio de datos, etc. El caso de Georgia es un ejemplo de cómo el gobierno ha buscado soporte en la empresa *BitFury Group*, que basa su tecnología en blockchain, para mejorar el seguimiento y la seguridad de sus registros gubernamentales (Shin, 2017).

2.1.2.5. Cadena de suministro

La cadena de suministro se compone de varios procesos y logística adecuados según el tipo de empresa que incluyen desde la acción de proveedores hasta los canales de distribución y entrega de productos y servicios terminados. Mantener una cadena de suministro funcional requiere conocimiento y transparencia en los roles y funciones (Tönnissen y Teuteberg, 2019). Aspectos dentro de los más relevantes en este ámbito son la seguridad de la información y la eficiencia de procesos. Así, algunas de las problemáticas que se evidencian según la literatura es la falta de visibilidad en los procesos incluso cuando

los datos están disponibles, pero no llegan a ser lo suficientemente confiables (Casino, Dasaklis y Patsakis, 2019).

De esta manera, según las investigaciones, blockchain proporciona una manera fácil de garantizar que todos los registros que surgen en el envío de productos en la cadena desde el productor al consumidor final se almacenen de forma segura y se pueda acceder a ellos en cualquier momento. Además, puede garantizar la visibilidad, optimización y demanda. Por ejemplo, uno de los casos de éxito lo expone interempresas en su revista *ComunicacionesHoy* acerca de la incorporación de las empresas navieras MSC y CMA CGM a la plataforma de blockchain *TradeLens*, creada por Maersk e IBM. El propósito principal de este cambio es bajar los costes de la logística y lograr una mayor confianza y transparencia en el flujo de trabajo. Asimismo asegurar la trazabilidad de la producción (IBM, 2017; Interempresas, 2019).

Los expertos piensan que blockchain proporcionará mejoras en la transparencia de la cadena de suministro y mejoras operativas, compartirá información de forma segura y generará confianza (Ying, Jia y Du, 2018)

2.1.2.6. Educación

Una de las primeras aplicaciones al ámbito educativo es hacer que las credenciales académicas sean verificables a través de blockchain. Esto dará seguridad, transparencia y libertad para verificar y recuperar las credenciales. También eliminará la documentación. Por ejemplo, startups como *Odem* está creando un mercado de educación bajo demanda que facilitaría la interacción directa entre estudiantes y profesionales a través de contratos inteligentes con la tecnología blockchain y que eliminaría completamente del sistema a los intermediarios (Grech y Camilleri, 2017, p. 22).

SmartDegrees es otro ejemplo de la verificación de títulos que integra empresas, universidad y tecnología.

El caso del Grupo BAES de la Universidad de Alicante. Se trata de un “Blockchain Lab” del Instituto de Economía Internacional que aplica la solución tecnológica a las Administraciones Públicas y la Empresa Privada con el objetivo de alcanzar un estándar a nivel europeo de esta tecnología, pues consideran que será una pieza clave en la consolidación del mercado y la transferencia de conocimientos (BAES, 2019).

2.1.2.7. Financiero

El ámbito financiero tiene gran variedad de aplicaciones sobre todo en criptomonedas. Algunas de ellas como *XRP* que hace parte de las investigaciones realizadas por algunos bancos en el que participa el banco Santander y Bank of América (Ripple, 2019).

Nasdaq por su parte, lanza un producto de precios de criptomoneda llamado *Nasdaq/CryptoCompare Aggregate Crypto Reference Prices Nasdaq*, en asociación con CryptoCompare. El objetivo de este producto es mejorar la capacidad de los inversores institucionales en los mercados de criptomoneda (Huillet, 2019). Además la organización investiga otras aplicaciones más con la tecnología, por ejemplo, la tokenización de activos (Nasdaq, 2019). Asimismo, *BitShares 2.0* ofrece una pila de servicios financieros que incluyen cambio de moneda u operaciones bancarias en una forma descentralizada basada en blockchain.

Por otro lado, esta *Plasma*, un diseño técnico y de arquitectura para Smart Contracts con el fin de procesar actividad financiera y construir incentivos económicos para servicios de datos a nivel mundial (Plasma, 2019).

Asimismo, la plataforma *Kraken* en la que se puede realizar intercambio de criptomonedas con alta liquidez (Kraken, 2019).

Por su parte el CEO de BlackRock contempla estrategias para consolidar a largo plazo sus esfuerzos y un componente tecnológico importante es fundamental para alcanzar este propósito, así Kauflin (2019) revela que la empresa probará una plataforma de blockchain privada a través del sistema de administración de dinero *Aladdin* que creará un procesamiento más transparente entre el administrador de activos y sus Stakeholders. Esto afectará a toda la cultura empresarial de la organización generando un impacto a largo plazo en la comunicación con sus interesados, según espera su CEO. De igual forma, la compañía ha decidido apostar por la investigación en criptomonedas y sumarse a las ventajas que podría generar (Bobeldijk, 2018).

2.1.2.8. *Inteligencia Artificial*

Retomando el inicio de esta sección sobre las etapas por las que ha evolucionado la tecnología. En la fase 4.0 se puede destacar, por ejemplo, la startup de Inteligencia Artificial *CognitiveScale*, cuenta con el apoyo de Microsoft, IBM, Intel, y USAA: Insurance, Banking, Investments & Retirement. Su objetivo radica en utilizar blockchain para almacenar de forma segura los resultados de las aplicaciones de IA creadas para el cumplimiento normativo en los mercados financieros (Harris, 2017).

Por otro lado, *JD.com* es una de las grandes plataformas de comercio electrónico al por menor (B2C). Se ha convertido en un líder mundial de rápida expansión en aplicaciones comerciales de Inteligencia Artificial desarrolladas en China y en su laboratorio de Silicon Valley. Estas investigaciones se implementan en aplicaciones de marketing, drones, robótica, tecnología de automatización, cadena de suministro inteligente y servicio al cliente. Una forma de avanzar en estas investigaciones es a través del acelerador *AI Catapult*, para el desarrollo de tecnologías de inteligencia artificial y blockchain (JD.com Corporate Blog, 2018).

2.1.2.9. *Plataformas de comercio electrónico*

El caso del conglomerado chino Hainan Airlines (HNA), que ha implementado con éxito una plataforma interna de comercio electrónico habilitada con blockchain por parte de JD.com, con el objetivo de ofrecer a los empleados beneficios flexibles. Esta necesidad surge de la insatisfacción presentada por parte de los empleados al recibir sus bonificaciones o beneficios y del área de recursos humanos por buscar soluciones. Analiza la aplicación real de blockchain desde tres aspectos: la emisión de criptomonedas, la protección de información sensible y la eliminación de intermediarios institucionales. En la experiencia participaron 3 departamentos de la organización: compras, adquisiciones y Recursos Humanos. El resultado es positivo y considerando el impacto de esta tecnología para la transformación organizacional en el entorno empresarial, sigue siendo desconocida su aplicación práctica (Ying, Jia y Du, 2018).

2.1.3. Desafíos

Según indica Swan (2015), la tecnología blockchain también presenta desafíos y limitaciones técnicas que se han identificado y atienden en gran medida a la relativa corta investigación y explotación de su potencial, esto influye directamente en la adaptación de la tecnología en el futuro. Por ejemplo, algunos aspectos son los siguientes.

1. Rendimiento: la autora hace mención del potencial y rendimiento de la red de bitcoin, que actualmente se maximiza a 7 transacciones por segundo. Haciendo un comparativo frente a otras redes de procesamiento de transacciones, como por ejemplo VISA, trabaja con una frecuencia de 2.000 transacciones por segundos o la red social Twitter que llega a 5.000 transacciones por segundo. Se observa una considerable diferencia de estas redes con respecto a la de blockchain.
2. Latencia: para lograr el nivel de seguridad necesario de la red se debe invertir más tiempo en cada bloque, actualmente este tiempo es de 10 minutos. Hacer un bloque y confirmar la transacción debe realizarse en segundos, para mantener así la seguridad.
3. Tamaño y ancho de banda: para el año 2016 el tamaño de un blockchain en la red de bitcoin es de más de 50.000MB². Cuando el rendimiento aumenta a los niveles de VISA, Blockchain podría crecer 214PB³ cada año. La comunidad de Bitcoin asume que el tamaño de un bloque es de 1 MB, y se crea un bloque cada diez minutos. Por lo tanto, existe una limitación en el número de transacciones que se pueden manejar (en promedio 500 transacciones en un bloque).
4. Usabilidad: asimismo, argumenta la autora que la API⁴ de bitcoin para desarrollar servicios es difícil de usar y que existe la necesidad de desarrollar una API más amigable para el desarrollador para Blockchain.
5. Seguridad: la autora afirma que la tecnología de blockchain al momento de escribir el libro tiene la posibilidad de un ataque del 51%. En un ataque de estas proporciones una sola entidad tendría el control total de la mayoría de la tasa de hash de minería de la red y ser capaz de manipular Blockchain. Asegura que, para superar este problema, se necesita más investigación sobre seguridad.
6. Uso no eficiente de los recursos: según la autora la minería Bitcoin desperdicia grandes cantidades de energía (Swan, 2015, pp. 81-83). Sin embargo, investigadores en el campo señalan que esto ha ido evolucionando y actualmente se hace uso de recursos sostenibles (Bilbao Barbero, 2019). Además de que este gasto señalado se debe poner en perspectiva y aproximando datos, por ejemplo, el uso de recursos por parte de la minería del oro son considerablemente mucho más altos (Jelisavcic, 2018) .

2.2. EL PROCESO DE PUBLICACIÓN CIENTÍFICA

Según Luna (2018) la ciencia no debe entenderse como algo estático, al contrario, son redes de carácter dinámico en el que constantemente teorías científicas y diversas disciplinas experimentan transformaciones y su evolución. Como parte de este fenómeno se incluyen actividades de carácter científico que, desde la observación, comprobación, juicios, metodologías, etc., contribuyen al crecimiento de la ciencia.

² Megabyte

³ Petabyte

⁴ Application Programming Interface. Es una especificación formal que permite que un módulo de software o aplicación se comuniquen o interactúen con otro.

Dentro del contexto de la ciencia se desarrolla el campo de la publicación científica. En él confluyen diversas actividades con el objetivo de preparar y distribuir el conocimiento producido. Pero surgen varios interrogantes como ¿qué es la evaluación de la ciencia? ¿qué procesos o actividades forman parte de la publicación científica? o ¿cómo se determina la calidad de una investigación? En esta sección se comentan estos y otros aspectos de la publicación científica.

La evaluación de la ciencia se puede entender según Codina (2019) como el precepto según el cual la validez de los conocimientos científicos son aceptados únicamente cuando han superado ciertos procesos independientes de evaluación. Por su parte, el propósito de la revista científica es dar a conocer los nuevos desarrollos científicos, y por tanto del desarrollo de la ciencia (Codina, 2019). Así, para que una publicación o revista sean catalogadas de carácter científico deben usar el sistema de revisión por pares, este es el gran diferenciador entre revistas de actualidad científica como Muy interesante y revistas científicas como Nature (Codina, 2019).

Asimismo, existen factores que determinan el nivel de calidad e impacto de una revista científica. Por ejemplo, el indicador bibliométrico definido por Eugene Garfield, quien propuso el método de evaluación por citación en 1955, siendo éste utilizado como un indicador de impacto de la producción científica. Más adelante, se adopta el Factor de Impacto (FI), que consiste en la medición de forma global de la repercusión que tiene una revista con base a la citación que reciben los artículos que en ella se publican (Miró y Burbano, 2013). Fue adoptado por el Institute for Scientific Information (ISI) en el repertorio Journal Citation Reports (JCR) como parte del cálculo para las publicaciones a las que hace seguimiento, se convierte así, en una notable influencia a la hora de la evaluación de la producción científica.

Sin embargo, estos cálculos y evaluaciones presentan discrepancias, ya que la medición de la expresión del conocimiento no puede ser considerada exacta e inequívoca (Jimenez-Contreras, 2013). Teniendo esto en cuenta, existen dos formas de evaluación de la ciencia que se recomienda aplicar de manera combinada para evitar sesgos: peer review o evaluación por pares, en donde son los expertos quienes determinan criterios para la evaluación de las publicaciones científicas con base en la apreciación cualitativa de las mismas; y, por otra parte, se sitúa el método cuantitativo, constituido por criterios basados en el uso de indicadores de cantidad, el más común es el índice de citas. Este último ocurre una vez ha sido publicada la investigación al contrario que el proceso de revisión por pares. (Jimenez-Contreras, 2013).

De esta manera, el publicar en revistas científicas de impacto genera beneficios para el investigador como avanzar notablemente en su carrera científica y ser reconocido como un experto en su campo. Y al mismo tiempo, supone un importante beneficio para la institución que cuenta con investigadores que publiquen asiduamente en las revistas de impacto (Torres-Salinas y Cabezas-Clavijo, 2013).

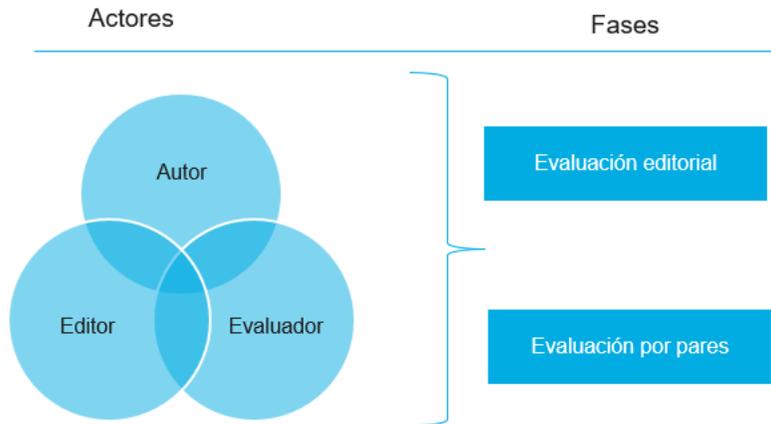
Así, en cuanto al sistema de revisión por pares se distingue ya en la Royal Society of London cuando en 1665 se crea la primera revista *Philosophical Transactions* y revisar todo lo que se publicaba en ella era responsabilidad del editor y del Consejo Científico (Spier, 2002). Esto cambia de dinámica cuando en 1731 la Sociedad adopta el procedimiento de revisión que realiza la Royal Society de Edimburgo. Consistía en la inspección por un grupo selecto de miembros que tenían el conocimiento en dichas cuestiones, que no pertenecían a la revista y su recomendación al editor era influyente en el progreso futuro de cierto manuscrito

(Spier, 2002). Este procedimiento se considera el comienzo del proceso de revisión por pares, adoptado por otras sociedades a lo largo de los años posteriores como procedimientos similares (Kronick, 1990).

Este proceso es esencial en la publicación científica (Hames, 2012). Según ELSEVIER (2019), se puede definir como una actividad en la que figuran varias tareas de evaluación crítica del trabajo académico, la investigación o las ideas de un autor por parte de otros expertos en el mismo campo y que generalmente no forman parte de la revista. La relevancia de este proceso recae en la validación de la investigación que se ha realizado. Asimismo, señala la empresa editorial en su página que a pesar de las críticas que suscita dicho proceso, sigue siendo el único método aceptado para la validación de la investigación.

En este sistema de evaluación por pares, según Codina (2019), intervienen tres actores y al menos dos fases como se detalla en la Ilustración 2.7.

Ilustración 2.7. Actores y fases en el sistema de evaluación por pares



Fuente: Adaptado de Codina (2019)

La evaluación editorial se inicia cuando un autor decide enviar su manuscrito a una revista académica y es la fase en la que el artículo es aceptado o rechazado por los editores de la revista (Codina, 2019).

Una vez los editores evalúan dicho manuscrito toman una decisión: aceptación y posterior revisión o, por el contrario, el rechazo. Según Codina (2019) la decisión de aceptar o no un trabajo se basa en criterios como los siguientes:

- La calidad general del trabajo: originalidad, presentación, metodología.
- La adecuación del tema a la línea editorial de la revista: adecuación a temáticas de la revista.

Por otro lado, si el manuscrito es aceptado, entonces pasa a la segunda fase: evaluación por pares.

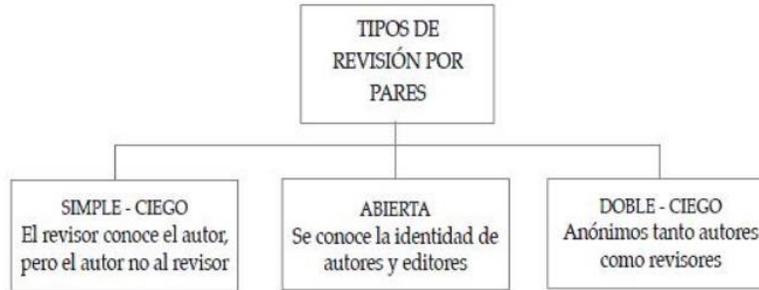
De esta manera según Codina (2019) las fases de esta evaluación, por ejemplo, en ciencias sociales y humanidades, son las siguientes:

- Selección y propuesta por parte de los editores de los expertos en el tema del manuscrito.

- Tiempo prudencial para que los revisores hagan llegar a los editores sus comentarios y decisión sobre el manuscrito.

Asimismo, existen tres variantes diferentes en las que se puede realizar este proceso de evaluación (Ilustración 2.8.).

Ilustración 2.8. Tipos de revisión por pares



Fuente: Ladrón de Guevara Cervera *et al* (2008)

Según Codina (2019) las editoriales que publican revistas de alto nivel aceptan indistintamente cualquiera de los tres tipos de revisión porque lo importante no es el tipo sino que exista este proceso.

No obstante, la revisión por pares evidencia algunas limitaciones y dificultades. Por ejemplo, la dificultad para encontrar revisores, la poca visibilidad de la participación de la revisión por pares en todo el mundo, el gasto de repetidas revisiones para el mismo manuscrito cuando es rechazado y presentado de nuevo (Van Rossum, 2017).

Además, aspectos como la dificultad en la reproducibilidad de los resultados de investigaciones demandan necesidad de transformación. De esta manera, la tecnología blockchain gracias a sus características podría generar un impacto de forma positiva y duradera (Van Rossum, 2017). Sin embargo, esto se analizará a través de la revisión sistemática de literatura.

3. METODOLOGÍA

Con el objetivo de formular una correcta revisión sistemática de la literatura para el tema que compete a este documento, se toman como referencia las pautas que ofrece Sánchez-Meca y Botella (2010); Sánchez-Meca (2010); Briner y Denyer (2012); Cook, Mulrow y Haynes (2016); además del libro en versión digital elaborado como manual por la organización Cochrane (2011).

En primer lugar, este proceso, se ha desarrollado en la última década y desempeña actualmente un papel importante en las prácticas basadas en la evidencia especialmente para el área de las Ciencias Sociales como una forma de solventar la limitada disponibilidad de información y conocimiento (Sánchez-Meca, 2010).

Específicamente, el término *sistemático* se entiende dentro de esta metodología como la existencia inherente de un método estructurado y transparente, contrastable a través de la reproducibilidad de la estrategia de investigación. Además, debe existir la especificación previa del protocolo de revisión, presentar objetividad a través de la definición previa de los criterios de inclusión y de exclusión y documentar el proceso de obtención de la información (Kitchenham y Charters, 2007; Gallardo-Gallardo, 2016).

De esta manera según Sánchez-Meca (2010), esta técnica plantea una metodología de investigación que tiene como propósito acumular de forma sistemática y objetiva las evidencias obtenidas en los análisis estadísticos y descriptivos sobre un mismo problema. Asimismo, Antman *et al.* (1992) define esta metodología como un proceso que recopila toda la evidencia concreta, ajustada previamente a los criterios de elegibilidad, con el objetivo de responder a una pregunta objetiva y específica, con la particularidad principal de hacer uso de métodos sistemáticos que proporcionan transparencia y resultados confiables. Lo anterior permite a los investigadores mapear y evaluar la literatura existente, relevante y específica de determinada cuestión a partir de una pregunta formulada de manera objetiva, lo que contribuye significativamente al desarrollo de un cuerpo de conocimiento científico a la vez que reduce sesgos (Sánchez-Meca, 2010; Cook, Mulrow y Haynes, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, las revisiones sistemáticas son de gran importancia para la ciencia en general, por ello algunos autores han elaborado guías que concretan la manera correcta de elaborar estas investigaciones. Por ejemplo, la guía elaborada por Pautasso (2013) describe 10 reglas simples (Ilustración 3.1.) para realizar de manera eficiente una revisión de literatura; el artículo de investigación escrito por Sánchez-Meca y Botella (2010) en el que presentan una guía orientativa sobre cómo hacer una lectura crítica de las revisiones sistemáticas y de los metaanálisis. Por otro lado, argumenta Velásquez (2015) que a pesar de la importancia que tienen las revisiones sistemáticas en la literatura, muchas de ellas están “pobremente” escritas resultando ser poco útiles ya que los autores de las mismas no tienen el conocimiento suficiente para llevarlas a cabo, o pasan por alto criterios como la rigurosidad en el método o escoger artículos que son interesantes pero no relevantes para el estudio, por ello, plantea en el mismo artículo una guía corta para desarrollar estas revisiones.

Ilustración 3.1. 10 reglas para hacer una revisión de literatura

Regla 1: Definir un tema y audiencia
Regla 2: Buscar y volver a buscar la literatura
Regla 3: Tomar notas mientras lees
Regla 4: Elegir el tipo de revisión que desea escribir
Regla 5: Mantener la revisión enfocada, pero hacerla de amplio interés
Regla 6: Ser crítico y consistente
Regla 7: Encontrar una estructura lógica
Regla 8: Haz uso de los comentarios
Regla 9: Incluir su propia investigación relevante, pero sea objetivo
Regla 10: Mantenerse actualizado, pero no olvidar los estudios anteriores

Fuente: Adaptado de Pautasso (2013)

Asimismo, se han creado a nivel internacional organizaciones como *The Campbell Collaboration* que surge en 1999 en la ciudad de Londres con el propósito de responder a inquietudes sobre cómo los profesionales podrían involucrar el proceso de la revisión para la toma de decisiones basadas en la evidencia y responder a preguntas sobre la utilidad de la investigación así como sobre los estándares y criterios de calidad que distinguen investigaciones fiables de las que no lo son (Tranfield, Denyer y Smart, 2003).

De igual manera, existe también la organización *The Collaboration Cochrane*, que funciona sin ánimo de lucro y es fundada en 1992 por el Dr. Lain Chalmers en la ciudad de Oxford. Su finalidad es desarrollada por un grupo de investigadores de ciencias de la salud en más de 90 países que aplican un riguroso y sistemático proceso de revisión de las intervenciones en salud, transformando la manera en que se toman las decisiones en este ámbito y evitando al mismo tiempo la duplicidad de esfuerzos. Todo esto a través de la recopilación y resumen en forma de revisiones sistemáticas que analizan datos principales y relevantes procedentes de la investigación para la toma de decisiones informadas sobre determinados tratamientos (Cochrane, 2019).

Así, las revisiones sistemáticas se consideran un estándar de calidad importante y reconocido en muchos campos de investigación gracias a los rigurosos métodos empleados y a la idea de que a más estrictos los métodos un menor sesgo por parte de los autores (Murphy, 2012; Pautasso, 2013). De igual manera, esta metodología permite sacar conclusiones de manera crítica respecto a las variables que pueden dar respuestas a los interrogantes en cuestión y evaluando la calidad y relevancia de la evidencia obtenida (Gough, 2007).

Además, como aspectos fundamentales de una revisión sistemática Liberati et al., (2009) enuncian los siguientes:

- Establecer objetivos de forma clara y en relación con una metodología que se hace explícita y es reproducible.
- Identificar todos los estudios que cumplen con los criterios de elegibilidad por medio de la formulación de una estrategia de búsqueda.
- Evaluar los resultados que arroja esta búsqueda y la validez de los estudios obtenidos.
- Exponer los análisis de los resultados realizados de los estudios incluidos.

Dicho lo anterior, una de las herramientas principales de las que se hace uso en una revisión sistemática es la Declaración PRISMA, no siendo excepción en esta investigación. Se trata de un instrumento útil para documentar el proceso de la revisión sistemática que garantiza a los autores la presentación de revisiones sistemáticas y metaanálisis completos y transparentes a través del registro de los elementos que se identifican en cada una de las etapas de la revisión, sin embargo, no pretende ser una herramienta que evalúe la calidad (Liberati *et al.*, 2009).

Por consiguiente, esta Declaración consiste en un diagrama de flujo acompañado por una lista de verificación en la que se relacionan los elementos que constituyen la revisión sistemática, a través de ejemplos y explicaciones aclara la justificación de cada componente de esta lista. En efecto, la organización recomienda el uso del diagrama junto con el documento de explicación y la lista de verificación para obtener una mejor comprensión y resultados óptimos en el uso de esta herramienta (Liberati *et al.*, 2009).

3.1. PROTOCOLO DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA

En este apartado se describe el protocolo seguido para realizar la investigación y se comentan cada una de las fases de forma detallada.

El primer paso consistió en definir los criterios de inclusión. Una vez obtenido el resultado de la colección de artículos, se aplican los criterios de inclusión filtrando la búsqueda para eliminar aquello que no coincide en un primer momento con los intereses de la investigación. De esta manera, se incluirán los resultados teniendo en cuenta los elementos de la Ilustración 3.2.

Ilustración 3.2. Criterios de elegibilidad

CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD		
Criterios de inclusión	Bases de datos	Scopus Wos of Science
	Palabras clave	Blockchain
		Scien*
		"Peer Review"
		Publish*
	Ventana de tiempo	Sin restricción
	Tipo de documento	Article
Idioma	English	
	Spanish	
Criterios de exclusión	Title	
	Abstract	
	Art. Full-text	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallan los elementos que componen los criterios de inclusión.

- **Bases de Datos:** Como fuente principal de información, se utilizan las bases de datos científicas Scopus y Web of Science. Son bases de datos con información multidisciplinar e indexación de contenidos. Generalmente permiten varias formas

de búsqueda. Por ejemplo, básica y avanzada. En Scopus la búsqueda básica utiliza cuadros de relleno y desplegados para buscar en varios campos, se puede limitar esta búsqueda a un rango de fechas, tipo de documento, actualizaciones recientes y tipo de acceso. Una vez que se obtienen los resultados se pueden discriminar según los criterios establecidos previamente. Respecto a la búsqueda avanzada, permite el uso de operadores lógicos booleanos y crear etiquetas de campo para una búsqueda mucho más precisa y pertinente. Además, en la sección de perfil de cada usuario permite guardar búsquedas para ejecutarlas en una fecha futura (Burnham, 2006).

Por otra parte, en la base de datos *Web of Science* o más conocida por sus siglas *WoS* se trabajó con su colección principal. Al igual que Scopus permite realizar búsquedas generales y avanzadas. Para la investigación se usó la búsqueda avanzada y se construyó la estrategia de búsqueda con ayuda de los operadores booleanos.

- **Ventana de tiempo:** La búsqueda sistemática de literatura se obtiene según las fechas de publicación de los resultados obtenidos y se incluye el año 2019. Después de evaluar si era pertinente incluir los estudios o no del año en curso, se tomó la decisión de incluir el año, ya que en los hallazgos se observó un importante número de estudio publicados para el estudio.
- **Palabras clave:** Es importante definir correctamente una estrategia de búsqueda estructurada con la ayuda de descriptores, listados de encabezamientos, palabras clave, tesauros, taxonomías, entre otras herramientas que contribuyen en la recuperación de información bibliográfica almacenada en las bases de datos, pues en esto radica la calidad, precisión y pertinencia de la colección de publicaciones resultante, y que en definitiva compondrán la base para los resultados del estudio (Manchado Garabito *et al.*, 2009). Así, se buscó en primer lugar "blockchain" como termino principal, seguido de términos normalizados según consultas realizadas en el catálogo de la Library of Congress y UNESCO: *scienc**⁵, "*peer review*"⁶ y "*publishing*" con truncador hasta la raíz del término (Ilustración 3.3.).
- **Idioma:** Se incluyen todos los artículos científicos publicados en idioma inglés y español. Se incluyen todas las áreas de publicación.
- **Tipos de documento:** Se excluyen todos los tipos de documentos que no sean artículos: artículos de revisión, documentos de conferencias, entre otros. También se realizaron búsquedas adicionales empleando los trabajos referenciados de artículos relevantes con el objetivo de detectar documentos relevantes que quizá no se obtuvieran en la búsqueda.

⁵ El truncador asterisco (*) permite la búsqueda asociada a este término como raíz de la palabra o frase recuperando todos los resultados que contengan dicha raíz.

⁶ Se incluye entre comillas para que lavase de datos recupere el término de forma compuesta.

Ilustración 3.3. Estrategia de búsqueda

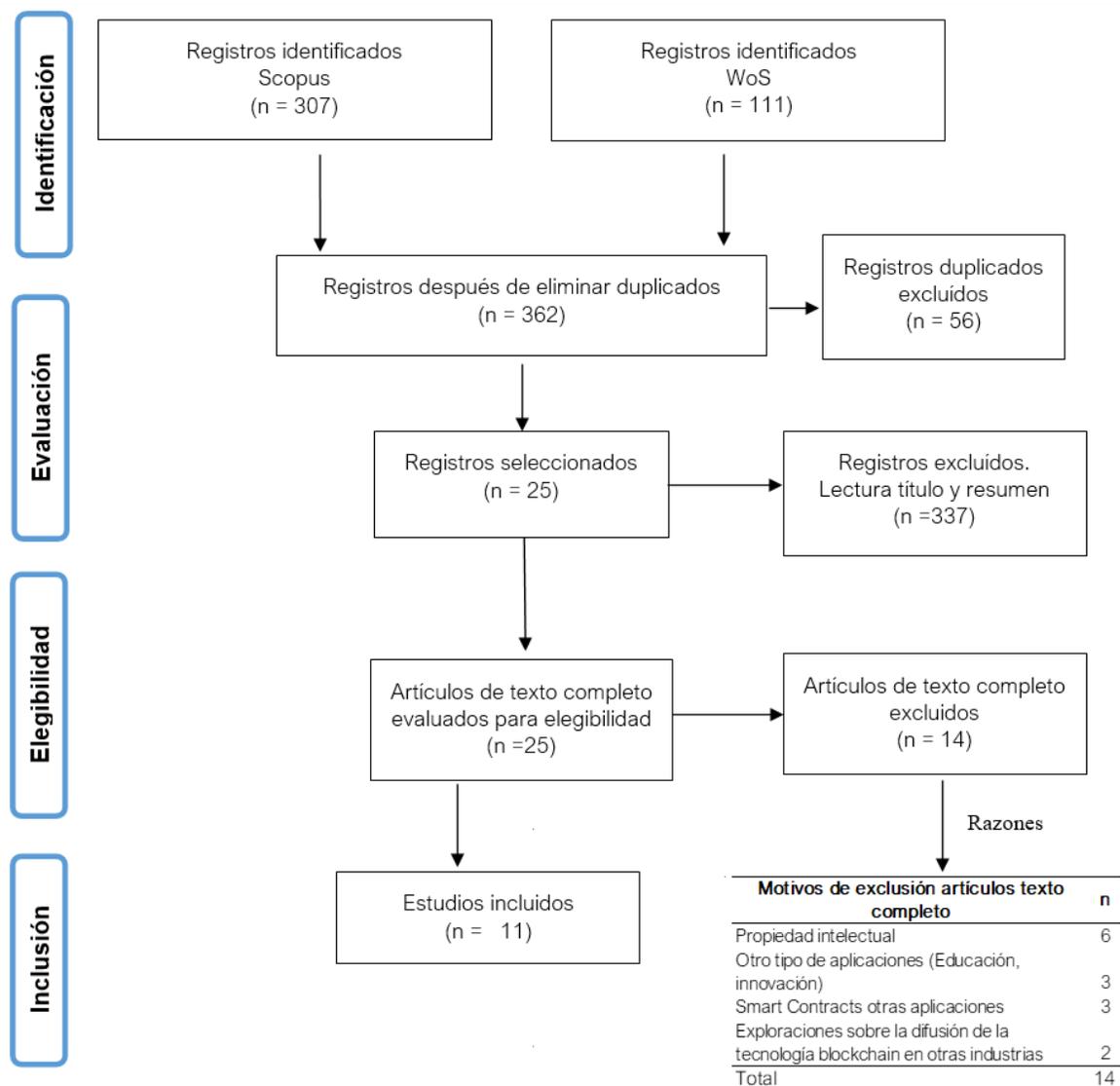
Base de datos	Scopus	WoS
Estrategia	TITLE-ABS-KEY (BLOCKCHAIN AND (SCIEN* OR "PEER REVIEW" OR PUBLISH*)) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish"))	TS = (BLOCKCHAIN AND (SCIEN* OR "PEER REVIEW" OR PUBLISH*)) Refinado por: PUBLICATION YEARS: (2017 OR 2015 OR 2014 OR 2018 OR 2016) AND DOCUMENT TYPES: (ARTICLE) AND LANGUAGES: (ENGLISH) AND DOCUMENT TYPES: (ARTICLE) AND [excluding]: DOCUMENT TYPES: (PROCEEDINGS PAPER OR BOOK CHAPTER)
Resultados	307	111

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, los criterios de exclusión consisten en evaluar a través de la lectura del resumen y título la pertinencia del artículo para el estudio. En caso de no ser suficiente esta actividad y exista la duda sobre eliminar o seleccionar, se toma la decisión de ser conservadora y no eliminar aquellas publicaciones. La decisión final se toma cuando se realice la lectura del artículo completo.

De esta manera, con base a todo lo anterior, en la ilustración 3.4 se describe el proceso completo que se ha seguido para la selección de los artículos objeto del análisis. Para esto se utiliza el diagrama de flujo propuesto como herramienta de selección sistemática de literatura en la [Declaración PRISMA](#).

Ilustración 3.4. Flujo de selección sistemática de publicaciones



Fuente: Adaptado de Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009).

Durante la primera fase se identifican a través de las fuentes de información la cantidad de publicaciones según la búsqueda realizada. Así, una vez ejecutada la estrategia de búsqueda, se obtienen 1010 resultados para Scopus y 228 para Web of Science, se aplican los criterios de inclusión a los resultados y se consiguen 307 resultados y 111 respectivamente. La fecha de recuperación de información fue el día 23 de julio del año 2019.

En la fase de evaluación se realiza la verificación y eliminación de registros duplicados. Este procedimiento se llevó a cabo con la ayuda del administrador de citas Mendeley y a su vez se hizo una validación usando Microsoft Excel. Este filtro arroja como resultado 56 duplicados.

En la siguiente fase queda el número de registros después de la eliminación de duplicados y de aplicar los criterios de exclusión al haber leído los títulos y resúmenes de las publicaciones. El resultado son 337 artículos rechazados.

Enseguida se evalúan en el siguiente paso los artículos a texto completo para determinar finalmente su elegibilidad. Al leer los documentos, se tienen en cuenta los criterios de selección inicial para realizar de manera cuidadosa la exclusión, así como evitar el sesgo en la selección. Esta actividad arroja un total de 14 artículos excluidos después de la lectura a texto completo. Finalmente, se analizan 12 artículos (Ilustración 3.5).

Ilustración 3.5. Total de publicaciones elegibles

Ítem	Autores y año	Publicación
1	Avital (2018)	Peer review: Toward a blockchain-enabled market-based ecosystem
2	Burley, R F (2018)	Stable and decentralized? The promise and challenge of a shared citation ledger
3	Holmen (2018)	Blockchain and scholarly publishing could be best friends
4	Lawlor (2018)	An overview of the NFAIS conference: Blockchain for scholarly publishing
5	Liao (2019)	BCDP : A Blockchain-based Credible Data Publishing System
6	Mohan (2019)	On the use of blockchain-based mechanisms to tackle academic misconduct
7	Morris (2018)	Powering research reputations: Using real-time reputation building as an incentive to share research discoveries
8	Novotny (2018)	Permissioned blockchain technologies for academic publishing
9	Pănescu (2018)	Smart Contracts for Research Data Rights Management over the Ethereum Blockchain Network
10	Spearpoint (2017)	Peer Review: Toward a Blockchain-enabled Market-based Ecosystem
11	Tarkhanov (2019)	Application of public blockchain to control the immutability of data in online scientific periodicals
12	Van Rossum (2018)	The blockchain and its potential for science and academic publishing

Fuente: Elaboración propia

3.2. ANÁLISIS DE CONTENIDO

Una vez identificados los artículos objeto de análisis se procede al análisis de contenido de estos. De esta forma, se dará respuesta a los objetivos planteados. Para el análisis de contenido de los artículos se ha hecho uso del Software Atlas.ti versión 8 para Windows, se usa la versión de prueba, por lo que hay funcionalidades limitadas, así como el obstáculo de no poder guardar el proyecto para continuarlo.

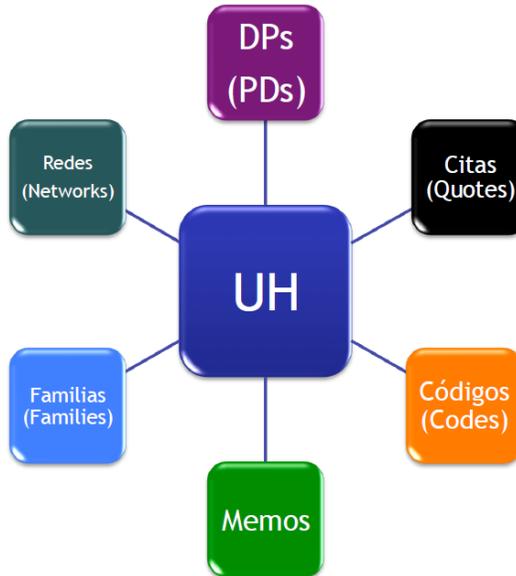
Esta herramienta surge en 1993 como como apoyo al análisis cualitativo asistido por computadora (QDA). Procesa datos recolectados por medio de métodos no estructurados o semiestructurados. Esta herramienta permite ahorrar tiempo, flexibilizar y realizar procedimientos sistemáticos (Gallardo Echenique, 2014).

Cada proyecto creado se denomina dentro de la herramienta se denomina “Unidades hermenéuticas” (UH), en él se reúnen y organizan todos los documentos que pertenezcan al proyecto (Gallardo Echenique, 2014). Puede incluir en los documentos primarios como, por ejemplo, citas, códigos y memos hasta imágenes y videos (Ilustración 3.6.). En las citas se rescata lo importante del documento según la lectura del investigador. Los códigos permiten crear términos clave del documento o temáticas. En los memos se consignan las reflexiones y análisis personales de la lectura.

Además, el programa ofrece varias funcionalidades entre las que se encuentra el análisis de los documentos con referencias cruzadas, realizar análisis de temáticas y documentos por medio de tablas de co-ocurrencias, entre otros. Asimismo, proporciona 7 tipos de relaciones que se usan para crear redes o mapas de relación exponiendo de manera gráfica la información de los códigos creados con base en la lectura de los documentos

(Ilustraciones 3.7.). En caso de que ninguno cumpla con los requerimientos del análisis, el programa permite la creación de nuevos tipos.

Ilustración 3.6. Objetos de la Unidad Hermenéutica



Fuente: Contreras y Kalpokaite (2012)

Ilustración 3.7. Tipos de relación Atlas.ti

Nombre	▲	Uso	Estilo	Ancho	Diseño	Corto	Símbolo	Propiedad formal	Creado por
contradice		0	↔	1	↑	A	<>	Simétrico	ATLAS.ti
es causa de		0	→	1	↑	N	=>	Transitiva	ATLAS.ti
es parte de		0	→	1	↑	G	[]	Transitiva	ATLAS.ti
es una		1	→	2	↑	O	esuna	Transitiva	ATLAS.ti
es una propiedad de		5	→	1	↑	P	*}	Asimétrica	ATLAS.ti
está asociado con		6	↔	1	↑	R	==	Simétrico	ATLAS.ti
sin nombre		0	↔	1	↑			Simétrico	ATLAS.ti

Fuente: Atlas.ti versión 8

4. RESULTADOS

La primera parte de esta sección consiste en realizar una síntesis de una de las publicaciones con el objetivo de aproximarnos un poco al contenido general de cada artículo y determinar su especial interés dentro del campo. En segundo lugar, se presenta el análisis de contenido como respuesta a los objetivos planteados en esta investigación.

4.1. SÍNTESIS DE LOS ARTÍCULOS REVISADOS

Avital (2018) centra el interés de su investigación en el procedimiento de la revisión por pares. Lo define como un proceso de socialización que se ha ido transformando en función de la fragmentación que se ha producido según la transición que ha experimentado el proceso a través de la regulación a causa de la evolución en una comunidad académica. Plantea tres regulaciones; normativa: establecida en valores compartidos, normas; tradiciones; operacional: que contempla mecanismos de burocracia; y, de mercado: que facilita el intercambio de valor y recompensa las contribuciones individuales permitiendo a las grandes comunidades académicas facilitar una revisión por pares efectiva sin la necesidad de depender en gran medida de alguna de las dos regulaciones anteriores.

Así, comenta Avital (2018), para mantener la calidad del discurso académico y garantizar que los investigadores desarrollen un cuerpo de conocimiento acumulativo, válido y consistente, el uso de la tecnología blockchain y la proliferación de criptomonedas representa la oportunidad para desarrollar un sistema de pago de revisión por pares basado en tokens con el objetivo de liberar de congestiones dicho proceso. Asimismo, su desafío radicaría en asegurar mecanismos de regulación que controlen la calidad y la equidad de la revisión por pares en el mercado. Aunque existen ya plataformas que proponen estas soluciones ([ARTIFACTS](#)), Avital (2018) considera que no se ha hecho lo necesario para responder a estas necesidades.

De igual forma, Spearpoint (2017) analiza el problema actual de las revisiones por pares y los estándares de calidad en general, respecto a la divulgación oportuna de las investigaciones, dado el tiempo que se necesita para procesar los documentos, su verificación y oportuna validación. Pensando en los avances de la tecnología blockchain, Spearpoint (2017) propone un nuevo sistema de pagos a través de blockchain y [R-coin](#), que reduzca ciertos costos de administración y el proceso editorial. La idea es que este sistema pueda ser utilizado para acceder y comprobar la evaluación de impacto de las publicaciones, para proveer información en la cual se definan nuevas métricas e indicadores de calidad, y que pueda ser empleada a nivel de autor, institución o journal. De igual forma, el pago o recompensas que reciban los revisores sería a través de esta moneda digital, que podría emplearse, por ejemplo, para el pago de suscripciones a revistas o de publicaciones en acceso abierto.

Por su parte, Burley (2018) plantea el uso de la tecnología blockchain como modelo para crear un sistema de citas compartido y distribuido. La discusión del documento plantea las desventajas y características de las bases de datos centralizadas (Web of Science de Clarivate Analytics, Scopus de Elsevier o Google Scholar). Considera que por razones financieras, aspectos como la cobertura total de la investigación no es real en estos sistemas. De igual forma, señala que el modelo de negocio de índice de citas centralizado

requiere financiamiento, por ejemplo, para infraestructura, servicios de alojamiento, curaduría, ventas. Esto significa que el sistema debe ser selectivo y además, se ven obligados a cobrar por el acceso. Por otro lado, asegura que al contrario de lo que la mayoría considera, Bitcoin no fue creado para alejarse radicalmente de los grandes bancos y apostar por una tendencia más libertaria, sino más bien, replantea los incentivos en un sistema distribuido y estable. Así, la propuesta de Burley (2018) gira en torno a un sistema en el que sean los autores de las investigaciones quienes realicen la indexación de sus artículos y esto sea validado a través de blockchain. Esto aportaría beneficios para los investigadores como un índice de citas preciso y actualizado. Además, según el autor, como impacto directo esto ayudaría a una mejor producción, así como en el avance de las carreras científicas de los investigadores en términos de elevar sus calificaciones. Asegura que es posible aprovechar, o al menos mitigar, los incentivos ya existentes dentro de la academia para un sistema de citas descentralizado, en donde la cuestión más apremiante sería la estabilidad. Para esto, señala que la estabilidad de Bitcoin, como sistema descentralizado, está dada gracias a su estructura de incentivos, por cuanto, es más rentable cumplir con las reglas que tratar de romperlas. Argumenta también, que la confianza en la tecnología parte del incentivo que tienen los mineros al asegurar la rentabilidad que les genera realizar transacciones..

Por su parte, Holmen (2018) brinda perspectivas sobre cómo podría la tecnología blockchain brindar la oportunidad de recuperar la descentralización de la distribución de contenido digital, que actualmente monopolizan algunas compañías (Facebook, Google, Amazon). Asimismo, asegura que se pueden abrir formas horizontales de comunicación en la web entre editores, asegurando un descubrimiento óptimo, al mismo tiempo que provee confianza y transparencia entre los estos. Holmen (2018) plantea dos conceptos clave en su discusión; descentralización: por parte de la nueva tecnología blockchain, y desagregación: respecto a la dinámica continua de agregación y desagregación de contenidos en las principales plataformas de contenidos. Asimismo, debido al desarrollo de su experticia profesional en [Biblio](#) señala que la suscripción se está convirtiendo rápidamente en la forma más común de pagar por el contenido, ya sea música, películas o revistas. Teniendo esto en cuenta, considera importante el uso de los micropagos a través de tecnología blockchain y tokens para aliviar dificultades en el campo de la publicación académica. De igual forma, señala que algunas herramientas ya han comenzado a surgir en el mundo editorial y que son esencialmente sistemas basados en tokens que permiten recompensar a los creadores de contenido de forma directa. Por ejemplo: [Y-combinator](#) y [Steem](#). Atribuye ventajas a estas iniciativas como liberar el contenido para que sea de fácil acceso para los usuarios, permite rastrear el contenido lo que aumenta la confianza y evita la piratería. También puede ayudar a impulsar las eficiencias en toda la cadena de valor: en la etapa de financiamiento para la investigación o la revisión por pares. Considera que la tecnología blockchain puede ayudar también a los editores académicos a obtener ingresos sostenibles, pero plantea que ese no debería ser el objetivo principal, sino que el enfoque, y el mayor desafío de blockchain aún, es ofrecer una buena experiencia de usuario final.

En cuanto a la investigación de Liao, Wang y Shen (2019) considera que la publicación de datos es una parte importante de las aplicaciones médicas, académicas y comerciales. Sin embargo, reflexiona sobre las dificultades a superar como el costo que demanda mantener la publicación de datos en sistemas centralizados en línea, especialmente cuando hay

gastos de gran capital en la implementación de hardware y software o los fallos que pueden existir por ataques DDoS⁷. Otro aspecto que considerar es que los administradores tienen privilegios de un control completo sobre esta información, lo que puede ser contraproducente y presentar problemas de corrupción. A causa de lo anterior, Liao, Wang y Shen (2019) afirman que blockchain sirve como una tecnología innovadora con propiedades de descentralización y resistente a la manipulación, que puede proporcionar una solución innovadora para reformar el sistema de publicación de datos de investigación. Asimismo, presentan las principales contribuciones de blockchain a través de la propuesta de un nuevo diseño de publicación. En ella contemplan el ahorro de gastos generales de almacenamiento y evitan la duplicidad de datos gracias al desarrollo de un algoritmo de detección. Finalmente, realizan pruebas de simulación para demostrar que el algoritmo tiene alta eficiencia y estabilidad. Además, proponen un mecanismo de calificación académica para lograr recompensas en la publicación académica.

Por otra parte, Mohan (2019) se centra en la investigación de la mala conducta científica. Considera que un alto nivel de competencia es uno de sus principales desencadenantes, viéndose afectada en la comunidad científica la confianza entre pares. Asimismo, Mohan (2019) proporciona algunos ejemplos de iniciativas de blockchain diseñadas para la publicación académica y plantea consideraciones prácticas que pueden conducir al uso de la tecnología blockchain como un mecanismo aceptable para reducir la mala conducta. De igual forma, enfatiza en que la ciencia abierta o más conocida por su término en inglés *Open Science* es necesaria para contrarrestar la mala conducta y que gracias a esta tecnología se logran integrar elementos de *Open Science* para contrarrestar dicho aspecto. El principal objetivo de Mohan (2019) es contribuir a través de su investigación en mejores formas para mantener la confianza en la producción científica.

De otra manera, Lawlor (2018) se encarga de presentar un resumen general de las ideas acerca de blockchain y su aplicación en el campo de la publicación científica, generadas en la conferencia organizada por la Federación Nacional de Sistemas Avanzados de Información (NFAIS) en el 2018. Como reflexión, el autor afirma que el uso de la tecnología podría aumentar el nivel de confianza entre usuarios, facilitando así un flujo superior de información. Asimismo, considera que puede proveer una mayor transparencia en el sistema de revisión de pares, aumentando así la eficiencia en el campo de la difusión de información, a través de disposiciones descentralizadas y compartidas en redes seguras que impidan su alterabilidad. Otro punto importante que se resalta tiene que ver con la capacidad de blockchain para incrementar el reconocimiento y el número de citas entre investigadores.

Por otro lado, los investigadores Tarkhanov, Fomin-Nilov y Fomin (2019) estudian el problema al que se enfrentan pequeñas editoriales, dado sus recursos financieros limitados y el esquema de mercado actual de la publicación científica. Por ejemplo, ataques cibernéticos, mala conducta por parte de autores, alterabilidad del material ya publicado, o la publicación de material existente a través de otros medios. Entonces, los autores proponen un prototipo de sistema que bajo ciertos requerimientos pueden reducir la vulnerabilidad de estos sitios web. La idea es entonces usar blockchain de red pública, por ejemplo, la red Ethereum, para verificar la integridad de las publicaciones en línea. Para ello, consideran arquitecturas de ecosistemas y desarrollan un método especial para esta

⁷ Ataque de Denegación de Servicio Distribuido.

verificación. A través de este procedimiento las editoriales, de no gran tamaño, pueden beneficiarse y tener un mayor control del material que se publica en sus dominios.

Asimismo, a través de una implementación práctica Pănescu y Manta (2018) proponen un nuevo método para compartir datos de investigación de una manera que permita a los autores supervisar el acceso y reutilización de estos. El protocolo planteado emplea contratos inteligentes para registrar y hacer cumplir los términos bajo los cuales los datos de investigación publicados pueden ser utilizados por estudios posteriores, asegurando a su vez la gestión de derechos de los datos.

Por su parte, Morris (2018) como creador de [ARTIFACTS](#) analiza algunos aspectos de aprendizaje de la reciente introducción de su sistema. Esta aplicación busca hacer realidad una visión integradora de las contribuciones y el impacto que los científicos y académicos pueden tener, esto a través de una plataforma simple y fácil de usar, diseñada específicamente para la investigación académica y científica.

Del mismo modo, Novotny *et al.*, (2018) discuten las oportunidades y las transformaciones que la tecnología blockchain está permitiendo en las industrias de cadena de suministro, negocios, comercio internacional, etc. En particular, los autores destacan la potencialidad de dicha tecnología en:

- El aumento de la confianza
- La inalterabilidad de contenidos digitales
- La distribución de datos de forma descentralizada
- El control de datos
- La reputación y calidad en las revisiones por pares
- La reducción en los costos asociados a la colaboración e integración investigativa en el campo de la publicación científica.

Asimismo, Novotny *et al.*, (2018) prestan especial atención a dominios privados de blockchain, por ejemplo, [Hyperledger Fabric](#), y discuten su aplicación en el campo científico.

Finalmente, Van Rossum (2018) estudia de forma general las ventajas que podría traer al campo de la publicación científica el uso de la tecnología blockchain. Esto al permitir el manejo descentralizado de información, la comunicación segura, y círculos cerrados de comunicación a través de estructuras que recompilan y almacenan transacciones anónimas. Blockchain podría ser empleada para facilitar un sin número de actividades que se llevan a cabo en los procesos de información científica. De igual forma, Van Rossum (2018) argumenta que los problemas asociados con la replicabilidad de las investigaciones, la revisión por pares y los indicadores de calidad, podrían ser solventados con la ayuda de esta tecnología dada su flexibilidad y la confianza que genera en comparación con otros sistemas existentes.

4.2. ANÁLISIS SEGÚN LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

Teniendo en cuenta lo anterior, se analizarán estas publicaciones según objetivos específicos de este estudio. De igual forma, la visualización gráfica en esta sección es realizada con el uso del Software Atlas.ti versión 8 para Windows.

BLOCKCHAIN. UNA REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE SU APLICACIÓN EN EL CAMPO DE LA PUBLICACIÓN CIENTÍFICA

En segundo lugar, se identifica la concentración de publicaciones en términos de calidad (Tabla 4.2.). Esta información se recopila a través del portal CImago Journal & Country Rank que evalúa las revistas y países basándose en la información contenida en la Base de Datos Scopus.

Para este análisis, se evalúan las revistas en las que se han publicado los artículos analizados con base en el indicador denominado “cuartil”, es un indicador de calidad que sirve para evaluar la importancia relativa de una revista dentro del total de revistas de su área (Biblioteca Universitaria de Deusto, 2019).

Tabla 4.2.2. Concentración de publicaciones y calidad de revistas

Ítem	Autor	Publicación	Año	Revista	Cuartil	País
1	Avital (2018)	Peer review: Toward a blockchain-enabled market-based ecosystem	2018	Communications of the Association for Information Systems	Q2	Netherlands
2	Burley, R F (2018)	Stable and decentralized? The promise and challenge of a shared citation ledger	2018	Information Services and Use	Q2	Netherlands
3	Holmen (2018)	Blockchain and scholarly publishing could be best friends	2018	Information Services and Use	Q2	Netherlands
4	Lawlor (2018)	An overview of the NFAIS conference: Blockchain for scholarly publishing	2018	Information Services and Use	Q2	Netherlands
5	Liao (2019)	BCDP : A Blockchain-based Credible Data Publishing System	2019	Journal of Internet Technology	Q3	Taiwan
6	Mohan (2019)	On the use of blockchain-based mechanisms to tackle academic misconduct	2019	Research Policy	Q1	Netherlands
7	Morris (2018)	Powering research reputations: Using real-time reputation building as an incentive to share research discoveries	2018	Information Services and Use	Q2	Netherlands
8	Novotny (2018)	Permissioned blockchain technologies for academic publishing	2018	Information Services and Use	Q2	Netherlands
9	Pănescu (2018)	Smart Contracts for Research Data Rights Management over the Ethereum Blockchain Network	2018	Science and Technology Libraries	Q2	United States
10	Spearpoint (2017)	A proposed currency system for academic peer review payments using the blockchain technology	2017	Publications	Q1	Switzerland
11	Tarkhanov (2019)	Application of public blockchain to control the immutability of data in online scientific periodicals	2019	Library Hi Tech	Q1	United Kingdom
12	Van Rossum (2018)	The blockchain and its potential for science and academic publishing	2018	Information Services and Use	Q2	Netherlands

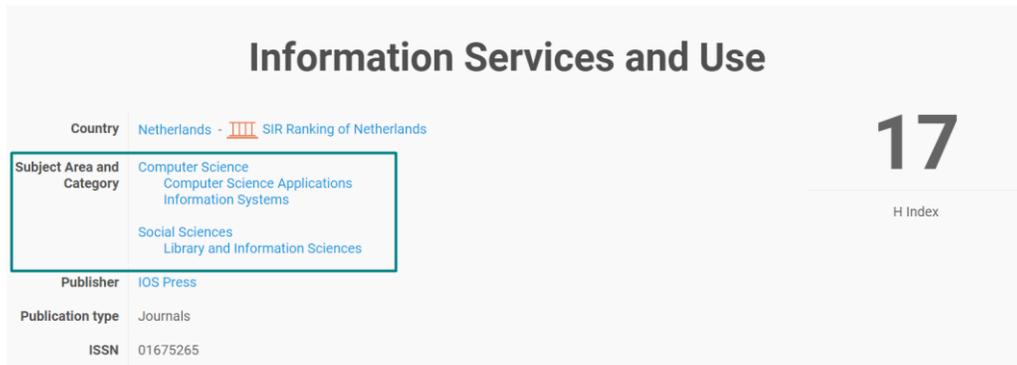
Fuente: Elaboración propia

Se encuentra que en total fueron 7 revistas diferentes las que publicaron artículos relacionados. La revista que presenta un mayor número de concentración de publicaciones con 8 de las 12 publicaciones es *Information Services and Use* editada en los Países Bajos, las demás revistas: *Communications of the Association for Information Systems* (Países Bajos), *Journal of Internet Technology* (Taiwan), *Research Policy* (Países Bajos), *Science and Technology Libraries* (Estados Unidos), *Publications* (Suiza) y *Library Hi Tech* (Reino Unido) tienen una distribución igual de 1 artículo (Tabla 4.2).

Se observa además, que todas las publicaciones de la revista que concentra la mayoría de las publicaciones se publicaron en el 2018.

Este journal está indexado en 3 categorías temáticas: Ciencias de la Computación, Aplicaciones de informática, Sistemas de información, Ciencias Sociales, Biblioteca y ciencias de la información (Ilustración 4.2.).

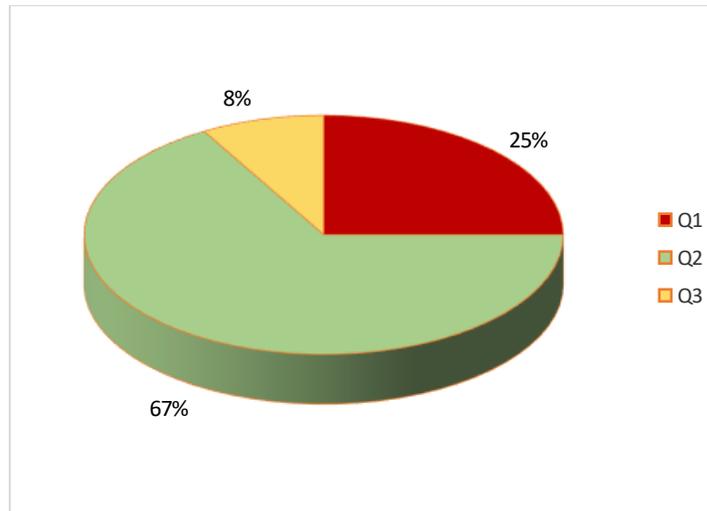
Ilustración 4.2.2. Detalle de la revista con mayor concentración de publicaciones



Fuente: Scimago Journal & Country Rank

De igual forma, la distribución en términos de calidad se observa en la ilustración 4.3. Hay una distribución notablemente diferente en donde el mayor porcentaje lo tienen las revistas que se encuentran en cuartil 2 con el 67%, seguido del cuartil 1 con un porcentaje del 25 y una cantidad de 3 revistas y, finalmente, el cuartil 3 con 1 revista.

Ilustración 4.2.3. Porcentaje de revistas según el indicador de calidad de cuartiles.

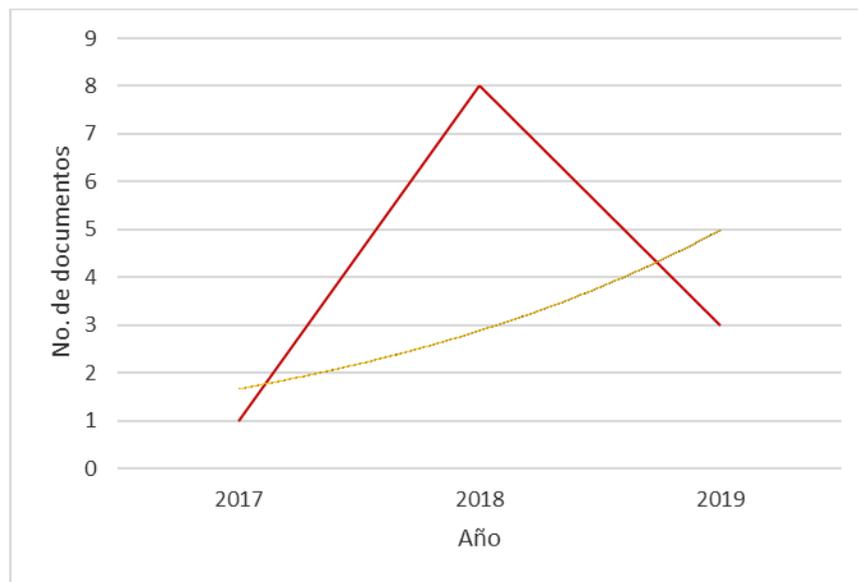


Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el análisis de la evolución temporal de las publicaciones refleja a simple vista que el año 2018 fue el más prolífico para las publicaciones en este campo con un total de 8 artículos. De esta manera, se puede decir que se trata de una temática reciente ya que la primera publicación sobre el tema es de 2017. En el año 2019 hasta el día 23 de julio, que es la fecha en la que se realiza la recuperación de información en las bases de datos seleccionadas, existen 3 artículos indexados.

Puede concluirse que es una temática de interés, aunque habría que repetir el análisis cuando el año haya finalizado para ver si se confirma la tendencia creciente en el número de publicaciones.

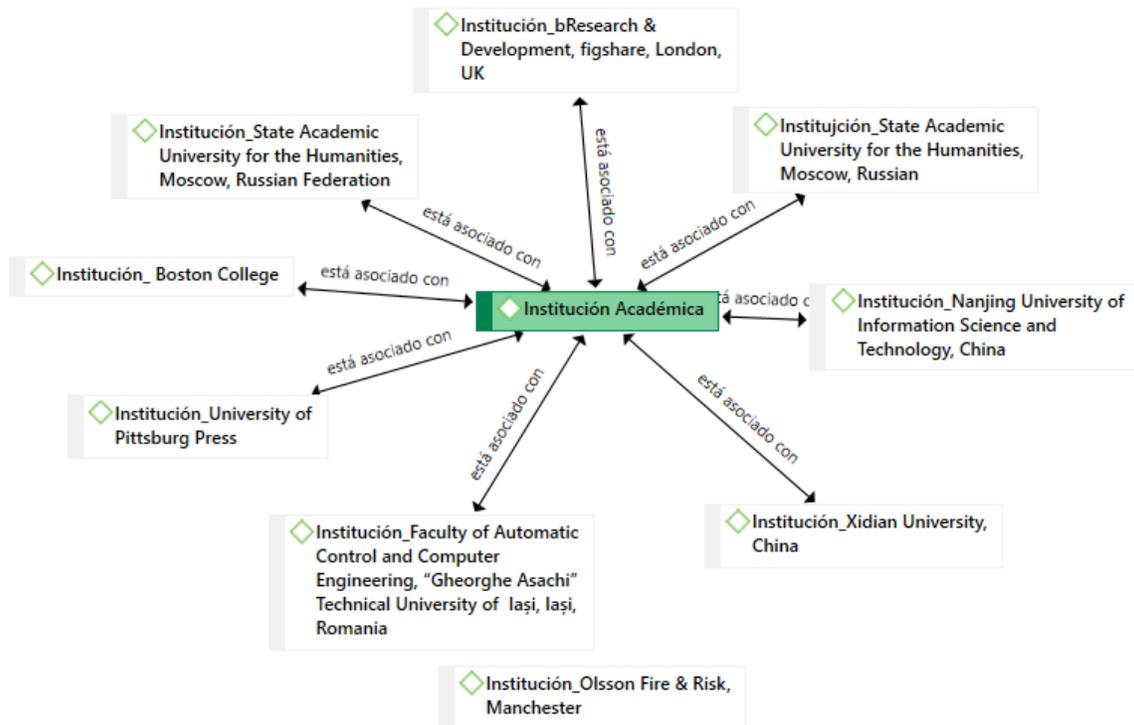
Ilustración 4.2.4. Evolución temporal de las publicaciones



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, respecto a la cantidad de instituciones en las que los investigadores tienen su afiliación según las publicaciones, refleja que es similar el número de entidades de carácter académico (Ilustración 4.5.) y las entidades de carácter privado (Ilustración 4.6.). Estas últimas se refieren a empresas que, según la revisión, están dedicadas a la investigación e implementación de soluciones tecnológicas que solucionen las dificultades en este campo de estudio y en la empresa de publicación científica. Estas aplicaciones se rescatan con mayor detalle en la ilustración 4.7.

Ilustración 4.2.5. Afiliaciones académicas



Fuente: Elaboración propia

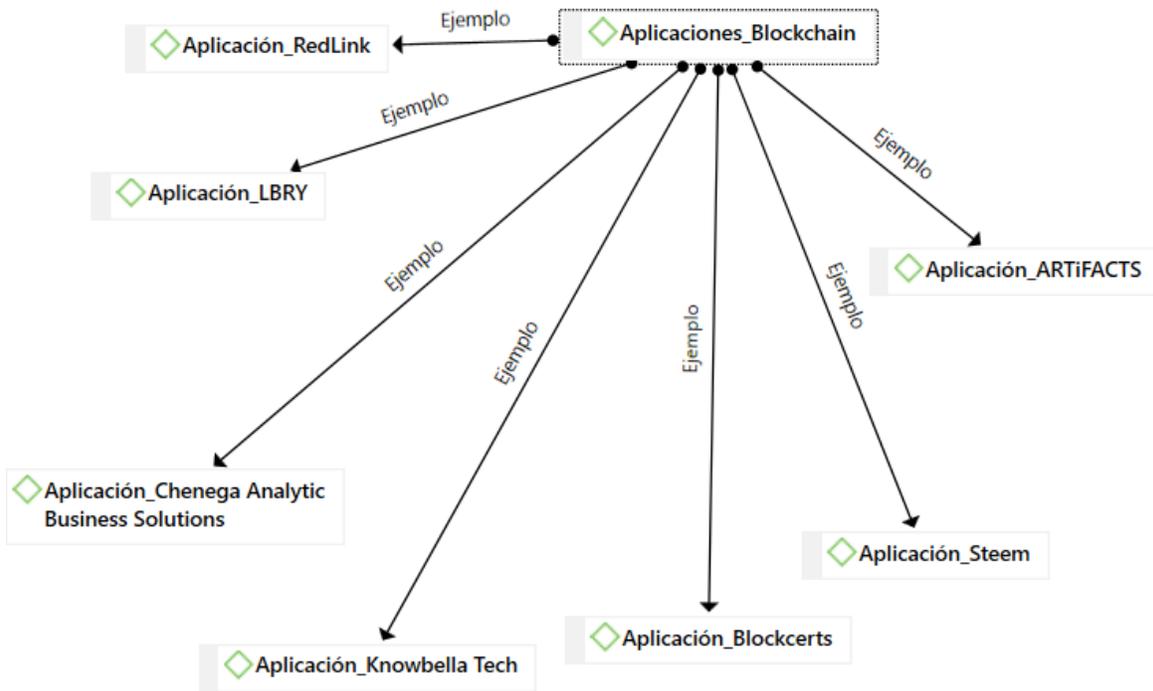
Ilustración 4.2.6. Afiliaciones privadas



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las aplicaciones tecnológicas de blockchain en el campo, la revisión realizada reporta que se pueden destacar varios ejemplos, en mayor parte investigaciones empresariales en el campo. Así, se encuentra, por ejemplo, [ARTiFACTS](#), que se evidencia en Morris (2018) como parte de un objetivo de integración en un diseño alternativo al modelo de negocio tradicional en la publicación científica.

Ilustración 4.2.7. Aplicaciones con la tecnología blockchain en el campo de la publicación científica.



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, según la búsqueda en la web sobre las iniciativas que existen en consonancia para superar aspectos como la revisión por pares y problemas mencionados anteriormente como conflicto de interés en las revisiones o la disponibilidad suficiente de revisores, entre otros. Se hallan algunos proyectos importantes desarrollados por [blockchainpeerreview](#), [Digital Science](#) y [Katalisis](#).

De igual forma, proyectos como [Orvium](#) o [Scie-Chain](#), tienen como objetivo la integración general de la comunicación y publicación. Por su parte creaciones como [Pluto](#) se preocupan por la investigación científica y la gestión de la información.

Por otro lado, en cuanto al diseño o aproximación metodológica de las publicaciones, en la tabla 4.3., se puede detallar el tipo de propuesta a la que se acercan los investigadores. Hay distribución similar respecto a la cantidad de publicaciones con un enfoque de discusión teórica y por otro lado, de implementación tecnológica, en su fase experimental algunas. Se observa además, que algunas de las publicaciones no cuentan con mayor detalle de los aspectos técnicos, a excepción de Liao, Wang y Shen (2019) o en Tarkhanov, Fomin-Nilov y Fomin (2019) porque aún son diseños iniciales de su propuesta.

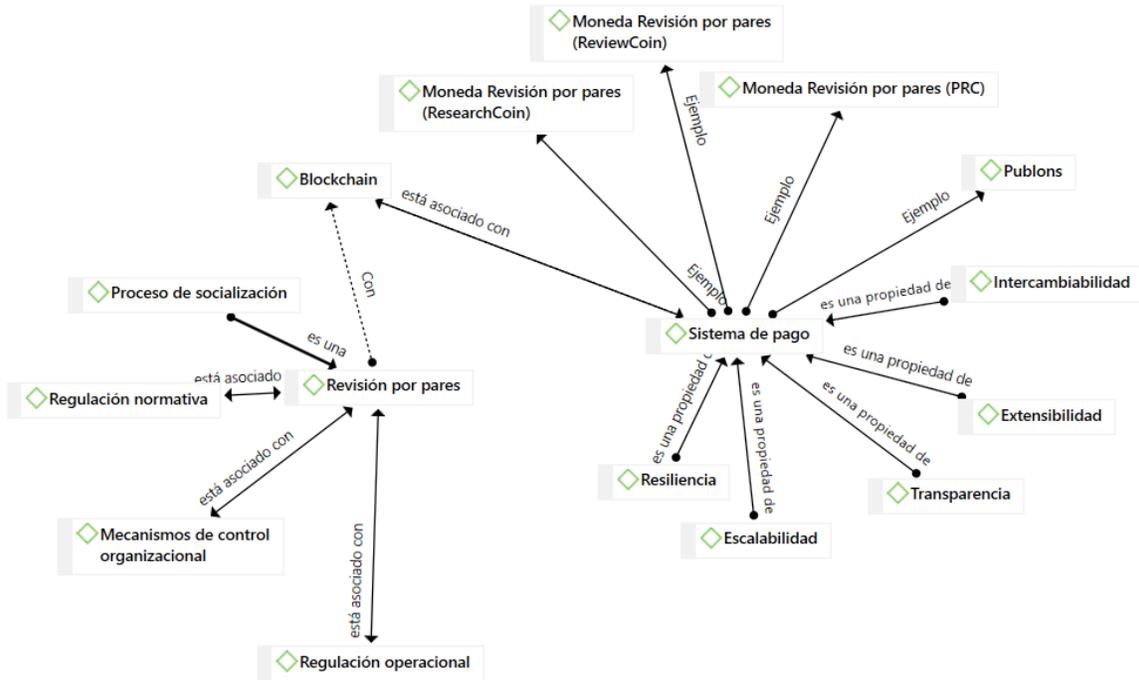
Tabla 4.2.3. Metodología de las publicaciones

Publicación	Discusión teórica	Implementación práctica
Avital (2018) - Peer review: Toward a blockchain-enabled market-based ecosystem	1	0
Burley (2018) - Stable and decentralized? The promise and challenge of a shared citation ledger	1	0
Holmen (2018) - Blockchain and scholarly publishing could be best friends	1	0
Lawlor (2018) - An overview of the NFAIS conference: Blockchain for scholarly publishing	1	0
Liao - BCDP : A Blockchain-based Credible Data Publishing System	0	1
Mohan (2019) - On the use of blockchain-based mechanisms to tackle academic misconduct	0	1
Novotny (2018) - Permissioned blockchain technologies for academic publishing	1	0
Pănescu (2018) - Smart Contracts for Research Data Rights Management over the Ethereum Blockchain Network	0	1
Spearpoint (2017) - A proposed currency system for academic peer review payments using the blockchain technology	0	1
Tarkhanov (2019) - Application of public blockchain to control the immutability of data in online scientific periodicals	0	1
van Rossum (2018) - The blockchain and its potential for science and academic publishing	1	0
Morris (2018) - Powering research reputations: Using real-time reputation building as an incentive to share research discoveries	1	0
Totales	7	5

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la ilustración 4.8., se puede observar la red semántica del tema específico de revisión por pares. Esto dado que es una inquietud prominente es todas las publicaciones, aunque Avital (2018), Burley (2018) y Spearpoint (2017) lo abordan con mayor detalle. De esta manera, dicha ilustración muestra la revisión por pares definida a través de varios conceptos que trata Avital (2018), así como sus propiedades y aplicaciones, que en mayor parte son criptomonedas: Reviewcoin, R-coin, Peer Review Coin, como forma alternativa de generar micropagos como propuesta de solución a la no retribución de los revisores por su labor.

Ilustración 4.2.8.Red semántica sobre revisión por pares

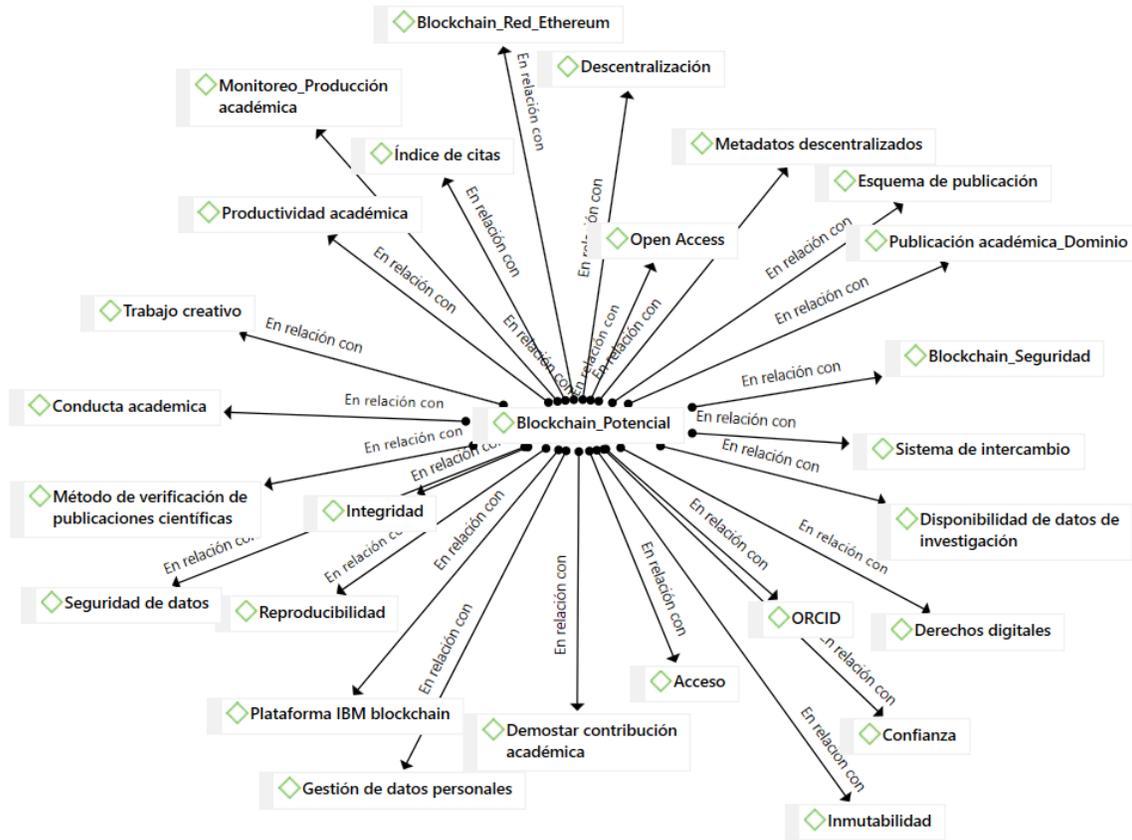


Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la ilustración 4.9., presenta a través de la relación de los aspectos hallados durante el análisis de contenido, el potencial que tiene, según las investigaciones y que podría tener según sigan avanzando, las aplicaciones y desarrollos de la tecnología.

Además se rescatan aspectos en las publicaciones como el uso de herramientas existentes para complementar el proceso de la tecnología en su gestión de información, es el caso de Spearpoint (2017). Asimismo, se destaca la aproximación teórica de Holmen (2018) al campo de la publicación académica y de creación y distribución de contenidos digitales, rescatando principalmente la descentralización de contenidos ya sean de ocio o académicos, teniendo en cuenta el monopolio que han generado del mercado algunas grandes compañías. Puede ser interesante profundizar en este aspecto.

Ilustración 4.2.9. Potencial de la tecnología blockchain en la publicación científica. Términos más usados



Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación fue analizar las publicaciones en las cuales se examina la aplicación de la tecnología blockchain al campo de la publicación científica. Para ello, se realizó una revisión sistemática de la literatura, siendo posteriormente evaluadas las publicaciones de manera cualitativa a través de un análisis de contenido.

Para la realización de la revisión sistemática de literatura se estableció previamente un protocolo de investigación. Así, los criterios de inclusión fijados fueron: las bases de datos (Scopus y Web of Science), las palabras clave "Blockchain", "Scien**", "Peer Review" y "Publish**", como tipo de documento se limita solamente a artículos científicos, el idioma: inglés y español y, finalmente, el criterio temporal en el que no se realizó alguna exclusión, es decir, se toma la ventana de tiempo que arrojan las bases de datos elegidas. Con base a estos criterios y tras revisar los resultados obtenidos para eliminar duplicados y artículos no relacionados, se obtuvo un total de 12 artículos sobre la temática en cuestión.

Por otro lado, el análisis de contenido ha permitido comprobar que la temática tratada es muy reciente ya que los primeros artículos sobre el tema se publicaron en el año 2017. Esto también se refuerza por el hecho de que tan solo se han encontrado 12 publicaciones pertinentes al respecto. Ahora bien, pese a la novedad de la temática, el análisis de las publicaciones ha permitido comprobar que los artículos se encuentran publicados en revistas de alto impacto (cuartiles 1 y 2 de SJC), siendo la revista *Information Services and Use* la que más publica sobre el tema, la totalidad de estas publicaciones se encuentra en el año 2018. En cuanto a las metodologías de análisis utilizadas, se observa una distribución bastante similar entre las discusiones teóricas y las aplicaciones prácticas.

Teniendo en consideración todo lo anterior, las principales conclusiones de la revisión realizada son las siguientes. En primer lugar, se evidenció que la mayoría de los estudios se centraron en una aproximación teórica a la implementación de esta tecnología y en la discusión de sus posibles aplicaciones. Con dichos análisis se pretende generar las condiciones necesarias para su implementación y, a su vez, determinar cómo con la ayuda de blockchain se pueden superar algunas de las dificultades actuales, tales como la falta de replicabilidad de los datos de investigación, la dificultad en la revisión por pares en términos de tiempo y disponibilidad de revisores y la difusión de información. Por otro lado, aunque pequeñas en número, algunas publicaciones dan un paso al frente y presentan prototipos de aplicaciones y desarrollo de algoritmos, con la idea final de reducir las barreras de acceso y hacer posible el acercamiento de estos proyectos a los expertos en el campo de la publicación científica para su adaptación.

Se advierte que, aunque la aplicación de la tecnología Blockchain provee de conjunto de herramientas para mejorar el proceso de la producción científica, se requerirá al mismo tiempo un cambio de comportamiento tanto de las editoriales como de los investigadores para que se puedan aprovechar todas las ventajas de esta innovación tecnológica más allá del simple uso de otra tecnología. En principio, debería también discutirse cómo la introducción de nuevos sistemas puede afectar las dinámicas actuales de la ciencia. Especial atención debe darse a si efectivamente blockchain permitirá realizar mejoras en los valores normativos para la medición del impacto, la calidad de las publicaciones, términos de procesamiento, y revisión por pares. En este sentido, es necesario hacer una evaluación de impacto, respecto a la implementación de esta tecnología a nivel institucional

y empresarial, para identificar puntos débiles y posibilidades de mejora en cuanto a rapidez, tiempos de espera, procesamiento de documentos, y eficiencia en los procesos de publicación. Una evaluación de impacto sería una propuesta que deja este análisis como línea futura de investigación.

En cuanto al futuro cercano de blockchain, un gran número de científicos, sobre todo en el área de las ciencias experimentales, lo consideran un componente imprescindible para la actividad científica. Dicho de otro modo, un sistema descentralizado, de alta seguridad, y que promueva la verificabilidad, además de asegurar la seguridad, transparencia y trazabilidad de los datos.

Como limitaciones encontradas al realizar esta revisión se considera el uso del Software en su versión gratuita, pues las funcionalidades se ven limitadas y, debido a ello, se experimentó la pérdida de información en algunas ocasiones. Asimismo, el desarrollo de este tipo de investigación por primera vez implicó grandes cantidades de tiempo en la recopilación y lectura de información sobre todo en lo relacionado con las revisiones sistemáticas de literatura así como con el uso del Software en cuestión. De igual manera, resultó de gran guía y apoyo información como la que se relaciona en la Declaración PRISMA y a su vez, se siguieron los lineamientos que se propone en conjunto con el diagrama de flujo y la lista de verificación o chequeo para la comprobación de revisiones de este tipo.

Además, en cuanto al alcance del objetivo de esta investigación se observa una limitación en las publicaciones incluidas ya que acerca de la temática sobre propiedad intelectual se detalló que las publicaciones tenían un enfoque general de la aplicación técnica de las propiedades y verificación de este tema respecto al uso de la tecnología blockchain. Por ende, se consideró la no inclusión para este trabajo, pero sí se propone como parte de una investigación con un mayor alcance en su futuro.

Asimismo, este documento limita su aplicación al análisis de la literatura en las bases de datos de la colección principal de web of science (wos) y Scopus, lo que puede generar que la información relevante sea incompleta.

BIBLIOGRAFÍA

- Aggarwal, S. *et al.* (2019) «Blockchain for smart communities : Applications , challenges and opportunities», *Journal of Network and Computer Applications*. Elsevier Ltd, 144(July), pp. 13-48. doi: 10.1016/j.jnca.2019.06.018.
- Alfaro, L. (2018) «La Tecnología Blockchain : Motor de Crecimiento Financiero y Comercio», *Dirección General de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad de Duy Tan, Vietnam & Corea del Sur*, p. 70. [Consulta 18-06-2019]. Disponible en: <https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/1561689213.pdf>.
- Ali, J. *et al.* (2018) «Towards secure IoT communication with smart contracts in a Blockchain infrastructure», *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(10), pp. 578-585. doi: 10.14569/IJACSA.2018.091070.
- Ali, M. S. *et al.* (2019) «Applications of Blockchains in the Internet of Things: A Comprehensive Survey», *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 21(2), pp. 1676-1717. doi: 10.1109/COMST.2018.2886932.
- Alice (2019) *Alice Applications*. Disponible en: <https://alice.si/#Applications>.
- Amitranjan, G., Patra, J. y Mukherjee, A. (2017) *Integre los datos del dispositivo con los contratos inteligentes de IBM Blockchain, IBM Developer. Cloud computing*. [Consulta 22-05-2019]. Disponible en: <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/cloud/library/cl-blockchain-for-cognitive-iot-apps-trs/index.html> (Accedido: 20 de abril de 2019).
- Angelis, J. y Ribeiro da Silva, E. (2019) «Blockchain adoption: A value driver perspective», *Business Horizons*. Elsevier, 62(3), pp. 307-314. doi: 10.1016/J.BUSHOR.2018.12.001.
- Antman, E. M. *et al.* (1992) «A Comparison of Results of Meta-analyses of Randomized Control Trials and Recommendations of Clinical Experts: Treatments for Myocardial Infarction», *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 268(2), pp. 240-248. doi: 10.1001/jama.1992.03490020088036.
- Avital, M. *et al.* (2015) «Mitigating the Tragedy of the Commons in Scientific Publishing: Creating a Market for Information Systems Articles», en *ECIS*. Disponible en: https://aisel.aisnet.org/ecis2015_panels/3.
- Avital, M. (2018) «Peer review: Toward a blockchain-enabled market-based ecosystem», *Communications of the Association for Information Systems*, 42(1), pp. 646-653. doi: 10.17705/1CAIS.04228.
- BAES (2019) *Baes Blockchain Labs*. Disponible en: <https://baes.iei.ua.es>.
- Biblioteca Universitaria de Deusto (2019) *Biblioguías Deusto: Índices de impacto: Cuartiles*. [Consulta 10-08-2019]. Disponible en: <https://biblioguias.biblioteca.deusto.es/c.php?g=155487&p=1114311> (Accedido: 1 de octubre de 2019).
- Bilbao Barbero, M. (2019) *Blockchain, transparencia para el desarrollo sostenible*. Disponible en: http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2019/DIEEEO67_2019MIRBIL_blockchain.pdf (Accedido: 24 de julio de 2019).

- Blockchainhealth (2016) *Blockchain for health research*. Disponible en: <https://blockchainhealth.co>.
- Bobeldijk, Y. (2018) *BlackRock begins exploration of bitcoin*, *Financial News London*. Disponible en: <https://www.fnlondon.com/articles/blackrock-begins-exploration-of-bitcoin-20180716> (Accedido: 10 de abril de 2019).
- Briner, R. B. y Denyer, D. (2012) «Systematic Review and Evidence Synthesis as a Practice and Scholarship Tool», en *Handbook of evidence-based management: Companies, classrooms and research*, pp. 112-129. doi: 10.1093/oxfordhb/9780199763986.013.0007.
- Burley, R. F. (2018) «Stable and decentralized? The promise and challenge of a shared citation ledger», *Information Services & Use*. Editado por B. Lawlor. IOS Press, 38(3), pp. 141-148. doi: 10.3233/ISU-180017.
- Burnham, J. F. (2006) «Scopus database: A review», *Biomedical Digital Libraries*, 3, pp. 1-8. doi: 10.1186/1742-5581-3-1.
- Casino, Dasaklis y Patsakis (2019) «A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues», *Telematics and Informatics*, 36, pp. 55-81. doi: 10.1016/j.tele.2018.11.006.
- Chen, J. *et al.* (2018) «A Blockchain Application for Medical Information Sharing», en. doi: 10.1109/TEMS-ISIE.2018.8478645.
- Codina, L. (2019) *Peer review, revistas científicas y ciencia evaluada: introducción para jóvenes investigadores*. [Consulta 26-04-2019]. Disponible en: <https://www.lluiscodina.com/peer-review/> (Accedido: 15 de septiembre de 2019).
- Contreras, R. y Kalpokaite, N. (2012) «Taller de Introducción al ATLAS.ti». Disponible en: https://atlasti.com/wp-content/uploads/2014/05/webinar_ATLASi_Espanol.pdf.
- Cook, D. J., Mulrow, C. D. y Haynes, R. B. (2016) «Systematic Reviews: Synthesis of Best Evidence for Clinical Decisions», pp. 389-391.
- Crosby, M. *et al.* (2016) *BlockChain Technology: Beyond Bitcoin*. [Consulta 28-04-2019]. Disponible en: <https://j2-capital.com/wp-content/uploads/2017/11/AIR-2016-Blockchain.pdf> (Accedido: 20 de marzo de 2019).
- Ellis, C. (2019) *World-Citizenship*. [Consulta 20-04-2019]. Disponible en: <https://github.com/MrChrisJ/World-Citizenship>.
- ELSEVIER (2019) *¿Qué es la revisión por pares?* [Consulta 25-05-2019]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/es-es/reviewers/what-is-peer-review> (Accedido: 26 de septiembre de 2019).
- Gallardo-Gallardo, E. (2016) «Seminario: “Bibliometría y Revisiones sistemáticas: Una aproximación al análisis de la literatura científica en el área de Empresa”», en. doi: 10.13140/RG.2.1.3461.7204.
- Gallardo Echenique, E. E. (2014) *Cómo realizar análisis temático utilizando ATLAS.ti, Atlasti.com*. [Consulta 07-05-2019]. Disponible en: <https://atlasti.com/es/2014/06/12/como-realizar-analisis-tematico-utilizando-atlas-ti/>.
- Gough, D. (2007) «Weight of evidence : a framework for the appraisal of the quality and

- relevance of evidence», *Research Papers in Education*, 22(2), pp. 213-228.
- Grech, A. y Camilleri, A. F. (2017) *Blockchain in Education*. Editado por A. Inamorato dos Santos. Sevilla, España. doi: 10.2760/60649.
- Haber, S. y Stornetta, W. S. (1991) «How to time-stamp a digital document», *Journal of Cryptology*, 3(2), pp. 99-111. doi: 10.1007/BF00196791.
- Hames, I. (2012) «Peer review in a rapidly evolving publishing landscape», *Academic and Professional Publishing*. Woodhead Publishing Limited, pp. 15-52. doi: 10.1016/B978-1-84334-669-2.50002-0.
- HGX PAY (2019) *White Paper*. Disponible en: <https://www.hcxpay.com/>.
- Hdac Technology (2018) *Hdac Technology*. [Consulta 15-07-2019]. Disponible en: <https://www.hdactech.com/en/index.do>.
- Higgins, J. y Green, S. (eds.) (2011) *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0*. The Cochrane Collaboration. [Consulta 03-08-2019]. Disponible en: www.cochrane-handbook.org.
- Hileman, G. y Rauchs, M. (2017) «2017 Global Blockchain Benchmarking Study», *SSRN Electronic Journal*. doi: 10.2139/ssrn.3040224.
- Holmen, M. (2018) «Blockchain and scholarly publishing could be best friends», *Information Services and Use*, 38(3), pp. 131-140. doi: 10.3233/ISU-180016.
- Hughes, L. et al. (2019) «International Journal of Information Management Blockchain research , practice and policy : Applications , benefits , limitations , emerging research themes and research agenda», *International Journal of Information Management*. Elsevier, 49(February), pp. 114-129. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.005.
- Huillet, M. (2019) *Nasdaq y CryptoCompare se asocian en un producto de precios de criptos orientado a instituciones*, *cointelegraph*. [Consulta 10-07-2019]. Disponible en: <https://es.cointelegraph.com/news/nasdaq-and-cryptocompare-partner-on-institution-oriented-crypto-pricing-product>.
- IBM (2017) «Blockchain y logística_ La nueva cadena de suministro - IBM Think España».
- Interempresas (2019) *MSC y CMA CGM se unen a la plataforma Blockchain de Maersk e IBM*, *ComunicacionesHoy*. [Consulta 13-04-2019]. Disponible en: <http://www.interempresas.net/TIC/Articulos/246911-MSC-y-CMA-CGM-se-unen-a-la-plataforma-Blockchain-de-Maersk-e-IBM.html>.
- JD.com Corporate Blog (2018) *JD.com launches new accelerator for blockchain and AI technology development*. [Consulta 08-06-2019]. Disponible en: <https://jdcorporateblog.com/jd-com-launches-new-accelerator-blockchain-ai-technology-development/>.
- Jelisavcic, V. (2018) *Bitcoin Uses a Lot of Energy, But Gold Mining Uses More - Longhash*. Disponible en: <https://www.longhash.com/news/bitcoin-uses-a-lot-of-energy-but-gold-mining-uses-more> (Accedido: 24 de agosto de 2019).
- Jimenez-Contreras, E. (2013) *Bibliometría y evaluación: diagnóstico, tratamiento y contraindicaciones*. [Consulta 12-07-2019]. Disponible en:

<http://fegasmultimedia.sergas.es/default.aspx?action=play&conferenceGUID=df2890d5-d687-4ad4-9952-77a53e2e3600>.

- Kang, M. *et al.* (2018) «Recent Patient Health Monitoring Platforms Incorporating Internet of Things-Enabled Smart Devices», *Int Neurolog J*, 22(Suppl 2), pp. 76-82.
- Kauflin, J. (2019) *Bitcoin, BlackRock And The Rise Of Alternatives*, *Forbes*. [Consulta 20-07-2019]. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/jeffkauflin/2019/04/03/bitcoin-blackrock-and-the-rise-of-alternatives/#50e34a9b3697> (Accedido: 20 de julio de 2019).
- Kitchenham, A. B. y Charters, E. (2007) «Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering», *Technical Report EBSE*, 01.
- Kraken (2019) *Kraken*. Disponible en: <https://www.kraken.com/en-us/features>.
- Kronick, D. A. (1990) «Peer review in 18th-century scientific journalism», *jamanetwork.com*, 263(10), pp. 1321-1322. [Consulta 02-08-2019]. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/380935> (Accedido: 27 de septiembre de 2019).
- Kuo, T.-T., Zavaleta Rojas, H. y Ohno-Machado, L. (2019) «Comparison of blockchain platforms: a systematic review and healthcare examples», *Journal of the American Medical Informatics Association*, 26(5), pp. 462-478. doi: 10.1093/jamia/ocy185.
- Ladrón de Guevara Cervera, M. *et al.* (2008) «Revisión por pares: ¿Qué es y para qué sirve?», *Revista Científica Salud Uninorte*, 24(2). [Consulta 23-04-2019]. Disponible en: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/salud/article/viewArticle/1847/6165> (Accedido: 28 de septiembre de 2019).
- Liao, F., Wang, J. y Shen, J. (2019) «BCDP : A Blockchain-based Credible Data Publishing System», *Journal of Internet Technology*, 20(2), pp. 323-331. doi: 10.3966/160792642019032002001.
- Liberati, A. *et al.* (2009) «The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration», *PLOS Medicine*. Public Library of Science, 6(7), pp. 1-28. doi: 10.1371/journal.pmed.1000100.
- Liu, Q. y Zou, X. (2019) «Research on trust mechanism of cooperation innovation with big data processing based on blockchain», *Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking*, 2019(1). doi: 10.1186/s13638-019-1340-5.
- Lo, S. I. N. K. *et al.* (2019) «Analysis of Blockchain Solutions for IoT : A Systematic Literature Review», *IEEE Access*. IEEE, 7, pp. 58822-58835. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2914675.
- Luna, L. (2018) «Ciencia y Método Científico». Santander, España, pp. 1-54.
- Manchado Garabito, R. *et al.* (2009) «Revisiones Sistemáticas Exploratorias Scoping review», *Med Segur Trab (Internet)*, 55(216), pp. 12-19.
- Miró, Ò. y Burbano, P. (2013) «El factor de impacto, el índice h y otros indicadores bibliométricos», *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. Gobierno de Navarra. Departamento de Salud, 36(3), pp. 371-377. doi: 10.4321/S1137-66272013000300001.

- Mohan, V. (2019) «On the use of blockchain-based mechanisms to tackle academic misconduct», *Research Policy*. North-Holland, 48(9), p. 103805. doi: 10.1016/J.RESPOL.2019.103805.
- Morris, C. (2018) «Powering research reputations: Using real-time reputation building as an incentive to share research discoveries», *Information Services and Use*, 38(3), pp. 149-151. doi: 10.3233/ISU-180018.
- Mougayar, W. (2016) *The business blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology*. [Consulta 18-07-2019]. Disponible en: <https://www.wiley.com/en-us/The+Business+Blockchain%3A+Promise%2C+Practice%2C+and+Application+of+the+Next+Internet+Technology-p-9781119300311> (Accedido: 20 de septiembre de 2019).
- Murphy, C. M. (2012) «Writing an Effective Review Article», *American College of Medical Toxicology*, 8(2), pp. 89-90. doi: 10.1007/s13181-012-0234-2.
- Nakamoto, S. (2008) «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System», pp. 1-9.
- Nasdaq (2019) *Iniciativas de Blockchain en Nasdaq*. Disponible en: <https://www.nasdaq.com/market-activity/stocks/c>.
- Novotny, P. et al. (2018) «Permissioned blockchain technologies for academic publishing», *Information Services and Use*, 38(3), pp. 159-171. doi: 10.3233/ISU-180020.
- Palomo Zurdo, R. J. (2018) «Blockchain: la descentralización del poder y su aplicación en la defensa», *bie3: Boletín I.E.E.E., ISSN-e 2530-125X, Nº 10, 2018, págs. 885-904*, (10), pp. 885-904. [Consulta 30-04-2019]. Disponible en: http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2018/DIEEE070-2018_Blockchain_PalomoZurdo.pdf%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6555546.
- Pănescu, A. T. y Manta, V. (2018) «Smart Contracts for Research Data Rights Management over the Ethereum Blockchain Network», *Science and Technology Libraries*. Routledge, 37(3), pp. 235-245. doi: 10.1080/0194262X.2018.1474838.
- Pautasso, M. (2013) «Ten Simple Rules for Writing a Literature Review», *PLoS Comput Biol*, 9(7), pp. 7-10. doi: 10.1371/journal.pcbi.1003149.
- Pierro, D. M. (2017) «What Is the Blockchain?», *Computing in Science & Engineering*, (October), pp. 92-95.
- Plasma (2019) *PLASMA CONTRACTS*. [Consulta 28-05-2019] Disponible en: <https://plasma.io/plasma-contracts.html>.
- Publons (2018) «Global State of Peer Review 2018», pp. 1-63. Disponible en: <https://publons.com/static/Publons-Global-State-Of-Peer-Review-2018.pdf> (Accedido: 25 de septiembre de 2019).
- Repiso, R. y Robinson-Garcia, N. (2018) *PUBLONS, Aprovechando el poder de las revisiones por pares, REDIRIS IWETEL*. [Consulta 15-07-2019]. Disponible en: <https://listserv.rediris.es/cgi-bin/wa?A2=ind1803A&L=IWETEL&F=&S=&P=15632>
- Ripple (2019) *Instantly Move Money to All Corners of the World*. Disponible en: <https://www.ripple.com/>.

- Saltelli, A. (2018) «Why science's crisis should not become a political battling ground», *Futures*. Pergamon, 104, pp. 85-90. doi: 10.1016/J.FUTURES.2018.07.006.
- Sánchez-Meca, J. (2010) «Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis», 38, pp. 53-63.
- Sánchez-Meca, J. y Botella, J. (2010) «Revisiones sistemáticas y meta-análisis: herramientas para la práctica profesional», *Papeles del Psicólogo*, 31(1), pp. 7-17.
- Shin, L. (2017) «The Bitfury Group and Government of Republic of Georgia Expand Historic Blockchain Land-Titling Project Ongoing Success of the Blockchain TRUST», *Forbes*. [Consulta 20-06-2019]. Disponible en: https://bitfury.com/content/downloads/the_bitfury_group_republic_of_georgia_expand_blockchain_pilot_2_7_16.pdf.
- Spearpoint, M. (2017) «A proposed currency system for academic peer review payments using the blockchain technology», *Publications*, 5(3). doi: 10.3390/publications5030019.
- Spier, R. (2002) «The history of the peer-review process», *Trends in Biotechnology*. Elsevier Current Trends, 20(8), pp. 357-358. doi: 10.1016/S0167-7799(02)01985-6.
- Storj (2019) *Storj*. Disponible en: <https://storj.io/>.
- Swan, M. (2015) *Blockchain : blueprint for a new economy*. Oreilly. [Consulta 10-04-2019]. [Consulta 10-04-2019]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=RHJmBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&ots=XQwJD0_Tf7&sig=0HinQf-4FB4qXlJ5mqdZ3a5s2O8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Tapscott, D. y Tapscott, A. (2017) *La revolución blockchain*. Editado por Deusto. Barcelona.
- Tarkhanov, I., Fomin-Nilov, D. y Fomin, M. (2019) «Application of public blockchain to control the immutability of data in online scientific periodicals», *Library Hi Tech*. doi: 10.1108/LHT-12-2018-0186.
- Tönnissen, S. y Teuteberg, F. (2019) «Analysing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies», *International Journal of Information Management*. Pergamon. doi: 10.1016/J.IJINFOMGT.2019.05.009.
- Torres-Salinas, D. y Cabezas-Clavijo, Á. (2013) *Cómo publicar en revistas científicas de impacto : consejos y reglas sobre publicación científica EC3metrics*, *EC3 Working Papers*.
- Tranfield, D., Denyer, D. y Smart, P. (2003) «Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review *», 14, pp. 207-222.
- Van Rossum, J. (2017) *Blockchain for Research*. doi: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5607778>.
- Van Rossum, J. (2018) «The blockchain and its potential for science and academic publishing», *Information Services and Use*, 38(1-2), pp. 95-98. doi: 10.3233/ISU-180003.

- Velásquez, J. D. (2015) «Una Guía Corta para Escribir Revisiones Sistemáticas de Literatura Parte 1», *Dyna*, 81(187), pp. 9-10.
- Yaeger, K. *et al.* (2019) «Emerging Blockchain Technology Solutions for Modern Healthcare Infrastructure», *Journal of Scientific Innovation in Medicine*, 2(1), pp. 1-7. doi: 10.29024/jsim.7.
- Ying, W., Jia, S. y Du, W. (2018) «Digital enablement of blockchain: Evidence from HNA group», *International Journal of Information Management*. Pergamon, 39, pp. 1-4. doi: 10.1016/J.IJINFOMGT.2017.10.004.
- Yli-Huumo, J. *et al.* (2016) «Where Is Current Research on Blockchain Technology? A Systematic Review», *PLOS ONE*. Public Library Science, 11(10). doi: 10.1371/journal.pone.0163477.