

Aplicaciones de la tecnología blockchain en la documentación científica: situación actual y perspectivas

Applications of blockchain technology in scientific documentation: current situation and perspectives

Antonia Ferrer-Sapena; Enrique-Alfonso Sánchez-Pérez

Cómo se cita este artículo:

Ferrer-Sapena, Antonia; Sánchez-Pérez, Enrique-Alfonso (2019). "Aplicaciones de la tecnología blockchain en la documentación científica: situación actual y perspectivas". *El profesional de la información*, v. 28, n. 2, e280210. <https://doi.org/10.3145/epi.2019.mar.10>

Artículo recibido el 09-11-2018
Aceptación definitiva: 18-02-2019



Antonia Ferrer-Sapena ✉
<https://orcid.org/0000-0001-6432-917X>

Universitat Politècnica de València
Departamento de Comunicación Audiovisual,
Documentación e Historia del Arte
Camí de Vera, s/n. 46022 València, España
anfesa@upv.es



Enrique-Alfonso Sánchez-Pérez
<https://orcid.org/0000-0001-8854-3154>

Universitat Politècnica de València
Instituto Universitario de Matemática Pura y
Aplicada
Camí de Vera, s/n. 46022 València, España
easancpe@mat.upv.es

Resumen

La tecnología blockchain está introduciéndose en todos los ámbitos y procedimientos de verificación, identificación y registro del mundo virtual. Algunas de sus aplicaciones son simples traslaciones de métodos que se desarrollan ya en otros soportes técnicos, pero la mayor parte aporta nuevas utilidades que pueden revolucionar el contexto tecnológico de la documentación científica. Se presenta un panorama actualizado de las iniciativas basadas en blockchain para la gestión de la documentación científica y tecnológica, destacando aquellos aspectos que hacen de esta nueva tecnología una herramienta diferenciada y auténticamente novedosa. Un análisis crítico con consideraciones teóricas y prácticas sobre su uso potencial completa el contenido de este trabajo.

Palabras clave

Blockchain; Datos abiertos; Datos de investigación; Publicación científica; Revisión por pares; Almacenamiento; Registro; Gestión de datos.

Abstract

Blockchain technology is being introduced in all areas and procedures of verification, identification and recording of the virtual world. Some of its applications are simple translations of methods that are already being developed in other technical supports, but most of them provide new utilities that can change the technological context of scientific documentation. In this article we present an updated panorama of the initiatives based on blockchain for the management of scientific and technological documentation, highlighting those aspects that make this new technology a differentiated and authentically novel tool. A critical analysis with theoretical and practical considerations on its potential use completes the content of this work.

Keywords

Blockchain; Open data; Research data; Scientific publication; Peer review; Storage; Registration; Data management.

Financiación

Subvención del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España, Agencia Estatal de Investigaciones y Feder. E.A. Sánchez-Pérez: Proyecto MTM2016-77054-C2-1-P. Ferrer-Sapena: Proyecto CSO2015-65594-C2-1R y 2R (Mineco/Feder, UE).

1. Introducción

La tecnología blockchain –cadena de bloques–, es un procedimiento de validación y almacenamiento seguro y descentralizado de la información basado en el consenso de todas las partes intervinientes. Apareció en la primera década del siglo XXI asociado a la criptomoneda. Aunque los aspectos técnicos son bastante complejos, es posible explicar su funcionamiento y estructura de forma simple. Supongamos que se realiza una serie de transacciones de información entre agentes que forman parte de una red, y que quedan registradas en un sistema informático interconectado. Cuando se acumula una cantidad suficiente de registros se pone en marcha un sistema de verificación en el que opera un cierto conjunto de los actores de la red. En el momento en que todos estos agentes dan su visto bueno -esta verificación puede ser automáticamente ejecutada por programas de ordenador específicos, si el tipo de información lo permite-, se cierra un bloque, lo que significa que toda la información que se ha producido hasta ese instante queda almacenada y su acceso encriptado. Pero este proceso no se produce sólo en un servidor concreto, sino que queda registrado en todos los ordenadores de la red. En ese momento se empieza a registrar la información que formará parte del siguiente bloque, que se puede cerrar además asignando una clave que depende de los contenidos y también de la clave del bloque anterior, reforzando de esta forma la inmutabilidad del registro.

Paralelamente, es posible establecer un sistema de *re-compensas* que aporte beneficios a los agentes que interactúen con el sistema para cerrar los procesos de validación, cosa que se hace habitualmente mediante el pago con monedas virtuales. Los protocolos de actuación entre los actores de un negocio que se ejecuta en un contexto blockchain se estipulan a través de unos llamados *smart contracts*, que automatizan el compromiso adquirido por las partes, y su gestión. En la figura 1 se puede ver un esquema del funcionamiento de este procedimiento en la plataforma *Taboow*.

<https://taboow.org>

La criptomoneda adquiere su valor a partir del consenso entre todos sus usuarios, lo que le permite en un segundo paso adquirir un valor de mercado

Aunque existen muchas variantes, éste es en esencia el funcionamiento del procedimiento de verificación y almacenamiento blockchain, que ha demostrado ser una tecnología disruptiva en muchas áreas de la actividad económica y social en internet (Swan, 2015; Van-Rossum, 2018).

Este procedimiento surgió originariamente para la gestión de las transacciones en moneda electrónica. Es fácil entender el porqué: la criptomoneda adquiere su valor exclusivamente a partir del consenso entre todos sus usuarios, lo que le permite en un segundo paso adquirir un valor de mercado, siempre sustentado por la credibilidad de los intercambios que se efectúan, que debe ser asegurada sin contar con ningún intermediario. Este era el papel que tradicionalmente jugaban las entidades financieras y que aportaban seguridad, que ahora debe estar garantizada por el propio procedimiento informático.



Figura 1. Esquema comparado de los *smart contracts*, en el contexto de la plataforma *Taboow*.

Al igual que funciona para el registro seguro y la validación de las transacciones comerciales, se puede usar para fines relacionados con la gestión de información. En este trabajo se aporta una panorámica sobre los aspectos relevantes de la documentación científica en los que esta tecnología se puede aplicar, y sobre las iniciativas que se están desarrollando (Van-Rossum, 2017; 2018; Dhillon; Metcalf; Hooper, 2017). Sin pretender ser exhaustivos en los proyectos concretos, nuestra intención es indicar las direcciones de actuación en las que en estos momentos se está trabajando, actualizando y ampliando la información que puede encontrarse en la bibliografía científica sobre el tema (García-Morales, 2018; Lemieux, 2017).

Grosso modo, los ámbitos de la documentación científica -y en general, de la actividad científica- en los que se puede aplicar blockchain, son:

1. Verificación de autoría, revisión y almacenamiento de los artículos y otros documentos científicos. Blockchain permite almacenar de manera inmutable los documentos de forma cronológica e independiente de las editoriales científico-tecnológicas, después de validar los aspectos que se consideren indispensables: la autoría, la originalidad o la consistencia, en el caso de que se pretenda además introducir en el sistema blockchain un procedimiento equiparable a la revisión por pares. En lo que respecta a la veracidad de los datos de investigación que se publiquen, no parece que esta tecnología pueda aportar nada que requiera de análisis externos, más allá de los procedimientos basados en la verosimilitud que se quieran establecer en el proceso de validación, que son los habitualmente aplicados por los revisores de las publicaciones científicas. Este contexto es idóneo para dar soporte a un sistema universal de publicación en abierto, resolviendo algunos de los problemas que este modelo de publicación tiene planteados en la actualidad (Claudio-González; Villarroja, 2015).

2. Un segundo tema directamente relacionado con la documentación científica que puede verse mejorado por el uso de blockchain es la gestión de los datos de investigación, sobre la que se han presentado muchas iniciativas concretas en los últimos años (Shrestha; Vassileva, 2018; Sicilia; Visvizi, 2019; Liu *et al.*, 2018; Pawlak; Guziur; Poniszewska-Maraña, 2018). También en este caso permite un entorno virtual perfecto para la difusión abierta de datos, en el contexto de redes de investigación colaborativas que se están ya organizando utilizando otras tecnologías (Canals; Ortoll; Nordberg, 2017). En este caso puede convertirse en un medio para asegurar la inmutabilidad, la autoría y la originalidad de los datos introducidos en el sistema, aunque por razones obvias, no su autenticidad. Insistimos en este aspecto porque, tanto a nivel de datos como de documentos, y a no ser que se habilite un sistema de verificación específico por parte de grupos de investigadores que quieran analizar intensivamente los datos almacenados, blockchain en sí mismo no puede asegurar que unos datos son ciertos. Este aspecto queda en la honestidad de los investigadores, que se asume como principio metodológico, y de la reproducibilidad de los experimentos, característica fundamental del método científico. Una explicación particular de cómo la crisis de la reproducibilidad puede afectar al desarrollo de las investigaciones biomédicas, y cómo blockchain puede ayudar a resolver este problema, puede encontrarse en Dhillon, Metcalf y Hooper (2017), y Bartling y Fecher, (2016).

“Blockchain permite almacenar los documentos de las editoriales científico-tecnológicas, después de validar los aspectos que se consideren indispensables: autoría, originalidad o consistencia”

3. Otros aspectos relacionados con la investigación científica, como por ejemplo mejorar la gestión de la información, dando la posibilidad de introducir alicientes de tipo económico, promocionando así el intercambio de datos científicos dentro de una plataforma de mercado abierto. O bien facilitando la infraestructura para la mejora de la distribución de material científico –como hacen en la actualidad plataformas como *ResearchGate* con otras tecnologías-, o abriendo sistemas de gestión de ideas y proyectos científicos más ágiles que el tradicional sistema de patentes, pero que aseguren igualmente la autoría y la explotación dentro del marco legal.

<https://www.researchgate.net>

Aunque se están llevando a cabo algunos proyectos en la dirección indicada en el tercer punto de los arriba explicados (como *Scienceroot*, *Pluto* o *Scie-Chain*, un prototipo de aplicación de estructura colaborativa dentro de la plataforma *Taboow*), en este trabajo nos centraremos en las propuestas de los puntos 1 y 2.

<https://pluto.network>

<https://www.scienceroot.com>

<http://scie-chain.com>

<https://taboow.org>

Antes necesitamos presentar algunas ideas sobre la situación actual del sistema de producción científica y de distribución de resultados de investigación, a lo que dedicaremos la siguiente sección.

2. Aspectos de la investigación científica que blockchain puede mejorar

Dada la orientación del presente trabajo, necesitamos explicar algunos problemas metodológicos que surgen como consecuencia de la interacción entre la actividad de los investigadores y la distribución y valoración de su trabajo. El modelo que se ha consolidado en el campo de la investigación científica en los últimos años impone un ritmo de producción que muchas veces condiciona la validez de la propia investigación. Se quieren resultados rápidos, novedosos y aplicables al

menor coste posible. El vehículo por el que se difunden los resultados es el sector comercial de la publicación científica, cuyo principal interés no es el conocimiento sino obtener el mayor beneficio de un mercado muy particular –con notables excepciones–, en el que los productores y los consumidores pagan por igual. Sin embargo, publicación, validación y calificación de resultados –con sus diferentes niveles de calidad asociados al prestigio o

a los rankings de revistas–, van directamente ligados en un sistema en el que los índices bibliométricos se usan demasiado como indicios de calidad. Publicar un artículo en una revista prestigiosa otorga automáticamente una presunción de calidad. Esto impone unos patrones de funcionamiento que son ajenos al propio método científico, y que provocan un cierto sesgo en la manera de trabajar que puede repercutir en los resultados.

Citemos sólo cuatro de estos patrones.

1) La necesidad de publicación impone una filosofía de trabajo conservadora, y por lo tanto contraria a la innovación científica (**Bon; Taylor; McDowell**, 2017). Una vez un grupo se ha consolidado como especialista en cierto tema, el reconocimiento de sus pares hace que sus artículos sean más fácilmente aceptados para su publicación que si deciden desviarse de su línea de trabajo habitual. Además, conviene que los resultados no contradigan directamente la ortodoxia, porque en ese caso la dificultad de publicación será mayor.

2) Actividades colaterales pero de importancia vital para la metodología de la ciencia, como la reproducción de experimentos, no reportan normalmente los mismos réditos en términos de publicaciones que la publicación de resultados originales (**Bartling; Fecher**, 2016). El resultado es que cada vez se reproducen menos experimentos, circunstancia en la cual influyen también otros factores, como la complejidad creciente de la experimentación.

3) La información relativa a proyectos de investigación fallidos o de resultado negativo, no se publica. Las revistas consideran que esa información no es relevante, puesto que no aporta conocimiento positivo. Sin embargo, es obvio que aporta conocimiento procedimental y estratégico, por lo que debería ponerse a disposición de la comunidad especializada, lo que podría verse facilitada por el uso de blockchain (**Bartling; Fecher**, 2016).

4) El plagio de trabajos de investigación y el fraude en su elaboración están aumentando de forma preocupante, circunstancia motivada por la cada vez mayor facilidad técnica para cometerlos. Al desligar la producción investigadora del prestigio del grupo que la desarrolla, los propios resultados de esa producción –los artículos y los datos–, quedan aislados, y la calificación de su relevancia y calidad debe hacerse exclusivamente con la información existente en el documento, sin elementos de contexto que permitan evaluar su fiabilidad. La identificación entre el trabajo en sí y su autoría es pues secundaria, y por lo tanto la identidad de los firmantes de los trabajos queda totalmente desligada de la investigación, siendo fácilmente intercambiable. Los que cometen el plagio obtienen los mismos réditos que si fueran autores en los procesos de calificación de una forma muy barata. Un argumento similar puede hacerse al respecto del fraude en la experimentación y otras formas de adulteración de la actividad científica (**Brainard; You**, 2018).

Este tipo de fenómeno es todavía más difícil de detectar en el caso de los datos de investigación, para los que es extraordinariamente complejo establecer sistemas de control, en lo que respecta por ejemplo a la apropiación indebida de autoría. También en este caso se han propuesto algunas soluciones tecnológicas basadas en blockchain para ámbitos más generales que el propiamente científico, que pueden establecer sistemas de control, por ejemplo, del origen de los datos (**Liang et al.**, 2017). Asimismo se pueden encontrar algunas propuestas para el intercambio de datos en el contexto *big data*, de investigación o de otro tipo, basadas en blockchain (**Chen; Xue**, 2017; **Janowicz et al.**, 2018; **Radanović; Likić**, 2018). Todas ellas insisten en las ventajas de usar sistemas distribuidos y que garanticen el registro inmutable de la información, lo que reduciría las posibilidades de fraude.

Otro aspecto de importancia fundamental es la posible crisis de la revisión por pares, que hoy por hoy sigue siendo la prueba universalmente aceptada que debe ser superada por los artículos para su publicación. La falta de incentivos para los investigadores para realizar esta actividad podría restringir cada vez más la participación de revisores, dado el necesario anonimato de sus actuaciones –que impide una compensación en términos curriculares–, y la habitual carencia de retribución económica de su servicio (**Lajtha; Baveye**, 2010). Aunque de manera menos acentuada de lo que se supone habitualmente, este efecto puede detectarse ya en algunas áreas científicas concretas (**Petchey; Fox; Haddon**, 2014; **Albert et al.**, 2016). En el sistema clásico, donde los editores de las revistas científicas eran además destacados investigadores y tenían como interés principal la publicación de trabajos actuales y de calidad, los revisores tenían la gratificación de un cierto reconocimiento por parte de los editores –también científicos–, que a su vez influían positivamente en la comunidad para consolidar ese reconocimiento e incrementar el prestigio del revisor. En el contexto actual, en el que la publicación ha sido entregada a las grandes editoriales, este efecto se difumina a menudo hasta desaparecer. A esto debe añadirse el incremento exponencial de los manuscritos potencialmente publicables, muchos de ellos fruto de la inflación en la producción motivada por los motivos explicados (**Lajtha; Baveye**, 2010).

Publicar un artículo en una revista prestigiosa otorga automáticamente una presunción de calidad, lo que impone unos patrones de funcionamiento ajenos al propio método científico

Finalmente, las disfunciones en el sistema de difusión de la información que provienen de este cambio de paradigma en la publicación, pueden ayudar a entender las causas de los problemas que la tecnología blockchain puede contribuir a resolver: anteriormente la publicación se basaba en un sistema de valores centrado en la promoción del conocimiento, que gozaba del reconocimiento social; cada vez más, la edición científica se basa en un sistema de mercado en el que prima la rentabilidad económica sobre los demás factores.

Frente a esta nueva situación, a continuación explicaremos por qué la comunicación científica tiene las características que pueden hacer que la aplicación de la tecnología blockchain sea especialmente adecuada, tal y como ha sido documentado por diversos autores. Las comunidades de investigadores son colectivos grandes, muy activos, que producen, consultan y comparten información constantemente, cuya autenticidad e inmutabilidad debe estar garantizada, propiedades que las cadenas de bloques pueden garantizar. Aunque no se puede pretender que la introducción de una nueva tecnología revolucione automáticamente la ideología que hay detrás del sistema de publicación científica –incluyendo la difusión de los datos de investigación–, blockchain puede aportar en concreto las siguientes soluciones, influyendo así en un deseable cambio conceptual y de procedimiento:

1) El registro de contenidos de tipo científico y su autoría puede quedar garantizado por la cadena de bloques, y su aceptación para la inclusión en ella puede quedar condicionada al consenso positivo de la comunidad. En el contexto blockchain, cualquier interacción de los investigadores con los contenidos, ya sea para introducirlos, validarlos o utilizarlos, quedaría registrada en una sola plataforma, potencialmente independiente de intereses económicos, solucionando así algunos problemas clásicos de la gestión del conocimiento científico (Gil *et al.*, 2007; Ludäscher *et al.*, 2006). Esta situación pone la producción a salvo de la injerencia de intereses económicos externos, conviviendo en su caso de forma constructiva con la industria de la publicación, pero sobre una base más firme respecto a la protección de contenidos –propiedad intelectual–, y más equilibrada, de forma que permitiría restituir la centralidad del proceso científico a los investigadores (De la Rosa *et al.*, 2016).

“ El registro de contenidos científicos y su autoría puede quedar garantizado por la cadena de bloques, y su aceptación para su inclusión puede quedar condicionada al consenso positivo de la comunidad ”

2) El plagio y el fraude en la investigación –falsificación de datos y conclusiones–, que como se ha comentado es uno de los grandes problemas en la ciencia actual (Brainard; You, 2018), sería mucho más difícil, dada la existencia de un registro inmutable. Por otra parte, el consenso necesario para la introducción de nueva información en la cadena de bloques aumenta la posibilidad de que el fraude sea descubierto en una etapa temprana, y sus autores convenientemente penalizados. Éste y otros factores de seguridad del sistema blockchain permitirían devolver la confianza en el proceso de almacenamiento y difusión a los creadores y usuarios del conocimiento científico. Desde el punto de vista técnico, una aportación importante de las cadenas de bloques en este punto es que esta tecnología puede facilitar un nuevo método para la creación de bases de datos descentralizadas y distribuidas, como por ejemplo la que se presenta en el proyecto ChainSQL (Muzammal; Qu; Nasrulin, 2019).

3) La descentralización del sistema de almacenamiento y verificación lo hace también más resistente a situaciones de monopolio sobre los contenidos que en cierto modo se dan actualmente por la hegemonía de las grandes editoriales. Aunque sólo fuera por una simple cuestión de salud interna del sistema, sería deseable que la propiedad intelectual de los contenidos científicos, en todos los aspectos legales posibles, volviera al investigador, aunque este objetivo parece lejano y casi irrealizable sin una verdadera revolución metodológica.

4) La revisión por pares podría ser más creíble, transparente y fiable. En un sistema de consenso, en el que diferentes agentes podrían actuar en la revisión de una investigación dejando constancia de su actuación, los problemas de arbitrariedad o conflicto de interés en las revisiones podrían reducirse considerablemente. Iniciativas como *Blockchain for peer review*, proyectos como los desarrollados por *Digital Science* y *Katalisis*, están investigando esta posibilidad actualmente.
<https://www.blockchainpeerreview.org>
<https://www.digital-science.com>
<https://www.katalysis.io>

En un sistema mixto, las propias editoriales transferirían sus encargos a estas plataformas, que usarían este sistema distribuido como forma de gestión y almacenamiento del proceso, reduciendo entre otras cosas el posible conflicto de intereses con los objetivos comerciales de las editoriales. Este tipo de acciones están consideradas a día de hoy como de máximo interés (Tennant *et al.*, 2017).

5) Recordando que blockchain tuvo su origen en las criptomonedas, la retribución económica del servicio de los revisores de la red –y cualquier otro servicio relacionado con la gestión–, puede hacerse mediante *tokens* (testigos) emitidos por las mismas plataformas blockchain, potenciando su uso y premiando el traba-

“ El consenso necesario para la introducción de nueva información en la cadena de bloques aumenta la posibilidad de que el fraude sea descubierto en una etapa temprana ”

jo de los expertos (véase la figura 2 para la explicación del término *token*). De esta forma se atacaría a la raíz del que en nuestra opinión es el motivo principal de la crisis del método de revisión por pares, y que viene asociado a una revolución ideológica sobre el quehacer científico: la transición de un modelo de verificación científica basada en el prestigio y el compromiso académico, a un simple modelo de mercado, en el que los servicios de los profesionales deben ser remunerados. Aun así, esta solución puede hacer uso de blockchain, pero esta tecnología no es la única forma de desarrollarla. Iniciativas relativas a la mejora de la revisión por pares basadas en sistemas de incentivos fueron propuestas antes de la aparición de la tecnología blockchain (Hauser; Fehr, 2007), en las que el incentivo propuesto no es económico, sino basado en ciertas ventajas en la gestión de los trabajos del revisor por parte de la revista (Janowicz; Hitzler, 2012).

6) Aparentemente, el sistema de recompensas académicas por la replicación de experimentos y publicación de proyectos de resultados no exitosos no se ve mejorado por la aplicación de la tecnología blockchain. Sin embargo, la posibilidad de almacenaje, y la verificación por parte de otros miembros de la comunidad de este tipo de material, puede abrir las puertas a la creación de un sistema de incentivos, basado en el reconocimiento por parte de otros investigadores, del valor informativo de ese material. Igualmente, las cadenas de bloques pueden permitir la introducción de otras iniciativas novedosas en el campo de la ciencia, como la presentación -incentivada económicamente o no-, para el uso público de proyectos de investigación no ejecutados, o ideas científicas con potenciales aplicaciones tecnológicas, dentro de un modelo de gestión alternativo al sistema tradicional de patentes (Spearpoint, 2017).

En los últimos años se han llevado a cabo iniciativas concretas que tratan de desarrollar estas ideas. Algunas de ellas se pueden encontrar en la Red; otras han sido explicadas y analizadas en artículos de investigación. En la siguiente sección expondremos una panorámica de la información existente en estos momentos.

3. Iniciativas en marcha

En la actualidad hay muchas iniciativas que intentan desarrollar proyectos para la gestión de la información y la actividad científica basados en blockchain, por ejemplo *Scienceroot* y *Pluto*.

<https://www.scienceroot.com>

<https://pluto.network>

Otras plataformas, como *Orvium* o *Scie-Chain*, ambas desarrolladas parcialmente en España, están abriendo el camino a sistemas de gestión integral de la comunicación científica -incluyendo compartición de datos, publicación de artículos, procesos de revisión y otros aspectos de la actividad científica-, teniendo en cuenta las ideas presentadas en la sección anterior.

<https://orvium.io>

<http://scie-chain.com>

En estas iniciativas de sistemas de gestión integral se presentan proyectos basados en esquemas similares a los de las aplicaciones financieras de blockchain, desde el punto de vista de su estructura. Por ejemplo, para su gestión y con el fin de definir sistemas de gratificación internas, se definen criptomonedas propias, y se lanzan ICOs para la financiación inicial de la plataforma (*initial coin offering*, fórmula de oferta pública de criptomonedas que permite introducir los elementos para los intercambios internos de la plataforma, y que además permite la financiación inicial). Aunque los proyectos son muy concretos y están en estado de desarrollo avanzado, sigue habiendo muchas dudas acerca de la conveniencia y la ventaja real de usar esta tecnología. Por ejemplo, **Extance** (2017) considera que en general estas iniciativas podrían igualmente desarrollarse en otros contextos tecnológicos, siendo el uso de blockchain circunstancial. Greenspan -promotor de la iniciativa *Multichain*- se muestra crítico sobre bastantes problemas técnicos que pueden afectar a la puesta en marcha de estos proyectos -véase la serie de artículos publicados en *Multichain* sobre el tema-

<http://www.multichain.com>



Figura 2. Definición y tipos de *tokens*.

“ La retribución económica de los revisores –y cualquier otro servicio de gestión-, puede hacerse mediante *tokens* emitidos por plataformas blockchain, potenciando su uso y premiando el trabajo de los expertos ”

En concreto, plataformas como *Scienceroot* y *Pluto* funcionan sobre un esquema de incentivos similar al que hace funcionar las criptomonedas, y sostiene que el uso de estructuras similares para el almacenamiento de datos e información científica en general, incrementaría el coste real del sistema hasta hacerlo insostenible.

<https://pluto.network>

<https://www.scienceroot.com>

Otras iniciativas no basadas en la retribución generalizada de los actores que permiten sellar los bloques de la cadena, podrían ser más convenientes.

Con respecto a la aplicabilidad real de los proyectos que se proponen, se presentaron algunas ponencias en el congreso *RDA (Research Data Alliance)- EU Data Innovation Forum (2018)* que en general son bastante críticas.

<https://www.rd-alliance.org/rdae-data-innov-forum-2018>

Existen problemas de todo tipo respecto a la aplicación de blockchain en ciencia (**Anderson, 2018**):

- metodológicos: excesivo gasto informático;
- estratégicos: compatibilidad con otros desarrollos previos;
- jurídicos: incumplimiento potencial de algunas normativas sobre protección de datos;
- de otros tipos.

Sin embargo, la opinión general parece ser que la tecnología blockchain será en el futuro de uso generalizado en documentación y gestión de datos científicos (**Van-Rossum, 2017**).

En cuanto a iniciativas en campos científicos particulares, se han establecido varios sistemas de apoyo a la investigación basados en la tecnología blockchain, sobre todo en ciencias de la salud. La mayor parte de estos proyectos están relacionados con la gestión sanitaria, tanto desde el punto de vista científico y tecnológico (**Halamka; Lippman, 2016; Benchoufi; Ravaud, 2017; Zhang et al., 2018; Li et al., 2018; Patel, 2018**), como desde el organizativo: gestión hospitalaria, seguros médicos y otros aspectos (**Angraal; Krumholz; Schulz, 2017; Yue et al., 2016; Kuo; Kim; Ohno-Machado, 2017; Stagnaro, 2017**).

Aunque la gestión de la asistencia sanitaria y los seguros médicos atraen una gran atención en la bibliografía sobre blockchain, no pueden ser consideradas como aplicaciones en la gestión de la comunicación científica y los datos de investigación, por lo que estos temas quedan fuera del alcance de este trabajo. Además, las nuevas estructuras informáticas para las ciencias de la salud y la gestión sanitaria no son las únicas iniciativas que se están proponiendo. Aparecen proyectos relacionados con otras ciencias físicas y la gestión de recursos y procesos asociados a este tipo de disciplinas; por ejemplo, en tecnología agrícola, ciencia de materiales, ingeniería química, biomedicina y otras disciplinas relacionadas (**Lin et al., 2017; Sikorski; Houghton; Kraft, 2017; Kleinaki et al., 2018; Ozercan et al., 2018**). La mayor parte de ellos subrayan la capacidad de la tecnología blockchain para construir bases de datos distribuidas, lo que facilitaría su consulta y la protección de los datos, así como ventajas más técnicas relacionadas con la seguridad, la inmutabilidad y la gestión de la privacidad y la autoría de los contenidos. En general, no se consideran las cadenas de bloques como un concepto totalmente nuevo, sino como un medio que puede permitir cubrir necesidades reconocidas y mejorar procesos ya existentes. También se acepta que esta tecnología es aún muy joven, y se especula con las posibilidades de desarrollo de nuevas herramientas para la gestión de la ciencia conforme se vaya consolidando.

Se han establecido varios sistemas de apoyo a la investigación basados en la tecnología blockchain, sobre todo en ciencias de la salud

4. Conclusiones

En la actualidad, las iniciativas para la gestión de la comunicación científica basadas en blockchain son muchas y muy variadas. La mayor parte de ellas están dirigidas a aspectos particulares, como la gestión de bases de datos garantizando la conservación y la fiabilidad de sus registros basándose en el consenso, o el almacenamiento de artículos de investigación, mediante la publicación de revistas o en repositorios. En general, se insiste sobre todo en el carácter inmutable de los registros y en la forma descentralizada de verificar mediante el consenso la introducción de nuevos items, ambas propiedades características de la tecnología blockchain. También se pueden encontrar interesantes y novedosas propuestas de sistemas de revisión por pares basados en esta tecnología, pero que, en general, podrían desarrollarse por otros medios.

Las nuevas iniciativas que parecen más innovadoras son las plataformas de gestión integral de la investigación científica, que proponen sistemas organizativos completamente nuevos, basados algunos en el uso de criptomonedas internas de la plataforma para la gratificación de los participantes, y que engloban todos los aspectos de la actividad científica:

Se insiste en el carácter inmutable de los registros y en la forma descentralizada de verificar mediante el consenso la introducción de nuevos items, ambas propiedades características de blockchain

- almacenamiento de datos y artículos;
- compartición e intercambio de recursos;
- revisión por pares;
- promoción de la comercialización de los resultados de investigación.

Estos proyectos sí parece que pueden influir en el desarrollo futuro de la actividad investigadora; los citados en el párrafo anterior, aunque puedan aprovechar la popularidad de blockchain para su promoción, en general podrían desarrollarse en otros soportes.

Con respecto a las disciplinas, la mayor parte de los proyectos están relacionados con la investigación en medicina, o con la gestión sanitaria, incluyendo especialmente los sistemas de información necesarios para el funcionamiento de los seguros médicos. Sin embargo, se encuentran también iniciativas en otras ciencias, y en ámbitos tecnológicos, como la ingeniería química o la agricultura.

Evidentemente, la introducción de esta nueva tecnología no está libre de riesgos. El principal es sin duda que, bajo la apariencia de un cambio radical, el sistema actualmente existente se perpetúe dentro de los desarrollos formales de la nueva tecnología. Al igual que en otros ámbitos, el mayor peligro es que las entidades económicas que ahora controlan el mercado -en nuestro caso, las grandes editoriales-, se apoderen de las iniciativas para provocar de nuevo una situación monopolística. Esto

está sucediendo ya en España en relación con las aplicaciones administrativas y legales de blockchain, con iniciativas como la representada por la plataforma *Alastria*, en la que están implicados grandes grupos financieros. Esta sería la evolución natural también en el campo de la ciencia -recordemos que funcionamos dentro de un sistema de mercado-, si la introducción de blockchain no conlleva una modificación ideológica por parte de la comunidad científica. Como hemos comentado anteriormente, no cabe esperar que un cambio de tipo técnico conduzca a un cambio ideológico, al menos a corto plazo, sino más bien al contrario: si la percepción por parte de la comunidad científica de los desajustes en el sistema de gestión y comunicación de la información científica, y el consecuente descontento, son lo suficientemente grandes, la tecnología blockchain puede actuar como catalizador de un cambio. Pero, en sí, no es más que un cambio en la forma.

El desencanto de los científicos proviene más del desajuste entre un sistema caduco, basado en el prestigio personal y de las instituciones junto con un compromiso personal con la actividad académica, y un entorno vital en el que las únicas recompensas socialmente valoradas son las económicas. Los proyectos de interés general, o conducentes al desarrollo colectivo de las sociedades humanas, que deberían alumbrar el camino de la ciencia, son difícilmente asumibles por grandes colectivos, como lo es el de los científicos. Así que, en nuestra opinión, lo que se necesita son alternativas ideológicas que permitan sustentar de nuevo el interés de la actividad científica en sólidos principios éticos, y al mismo tiempo proporcionar las contraprestaciones económicas justas dentro del sistema social en el que vivimos, con el objetivo último de prestigiar de nuevo el trabajo científico.

“La introducción de esta nueva tecnología no está libre de riesgos. El principal es sin duda que, bajo la apariencia de un cambio radical, el sistema actualmente existente se perpetúe dentro de los desarrollos formales de la nueva tecnología”

“Si la percepción por parte de la comunidad científica de los desajustes en el sistema de gestión y comunicación de la información científica y el consecuente descontento son lo suficientemente grandes, la tecnología blockchain puede actuar como catalizador de un cambio”

5. Referencias

Albert, Arianne Y. K.; Gow, Jennifer L.; Cobra, Alison; Vines, Timothy H. (2016). “Is it becoming harder to secure reviewers for peer review? A test with data from five ecology journals”. *Research integrity and peer review*, v. 1, n. 14. <https://doi.org/10.1186/s41073-016-0022-7>

Anderson, Kent (2018). “Can blockchain withstand skepticism? An inquiry”. *Information services and use*, v. 38, n. 3, pp. 153-158. <https://doi.org/10.3233/ISU-180019>

Angraal, Suveen; Krumholz, Harlan M.; Schulz, Wade L. (2017). “Blockchain technology: Applications in health care”. *Circulation: Cardiovascular quality and outcomes*, v. 10, n.9. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.117.003800>

Bartling, Sönke; Fecher, Benedikt (2016). “Could blockchain provide the technical fix to solve science’s reproducibility crisis?”. *Impact of social sciences blog*, July 21. <https://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2016/07/21/could-blockchain-provide-the-technical-fix-to-solve-sciences-reproducibility-crisis>

- Benchoufi, Mehdi; Ravaud, Philippe** (2017). "Blockchain technology for improving clinical research quality". *Trials*, v. 18, n. 335.
<https://doi.org/10.1186/s13063-017-2035-z>
- Bon, Michaël; Taylor, Michael; McDowell, Gary S.** (2017). "Novel processes and metrics for a scientific evaluation rooted in the principles of science". *Self-journals of science*.
<http://www.sjscience.org/article?id=580>
- Brainard, Jeffrey; You, Jia** (2018). "What a massive database of retracted papers reveals about science publishing's 'death penalty'". *Science*, October 25.
<http://www.sciencemag.org/news/2018/10/what-massive-database-retracted-papers-reveals-about-science-publishing-s-death-penalty>
- Canals, Agustí; Ortoll, Eva; Nordberg, Markus** (2017). "Collaboration networks in big science: The ATLAS experiment at CERN". *El profesional de la información*, v. 26, n. 5, pp. 961-971.
<https://doi.org/10.3145/epi.2017.sep.17>
- Chen, Jinchuan; Xue, Yunzhi** (2017). "Bootstrapping a blockchain based ecosystem for big data exchange". In: *2017 IEEE International congress on big data*, pp. 460-463.
<https://doi.org/10.1109/BigDataCongress.2017.67>
- Claudio-González, Melba G.; Villarroya, Anna** (2015). "Desafíos de la edición de revistas científicas en acceso abierto". *El profesional de la información*, v. 24, n. 5, pp. 517-525.
<https://doi.org/10.3145/epi.2015.sep.02>
- De-la-Rosa, Josep-Lluís; Gibovic, Denisa; Torres-Padrosa, Víctor; Maicher, Lutz; Miralles, Francesc; El-Fakdi, Andrés; Bikfalvi, Andrea** (2016). "On intellectual property in online open innovation for SME by means of blockchain and smart contracts". In: *Proceedings of the 3rd Annual world open innovation conference WOIC*, Barcelona, Spain, pp. 15-16.
<http://eia.udg.edu/~aelfakdi/papers/woic16.pdf>
- Dhillon, Vikram; Metcalf, David; Hooper, Max** (2017). "Blockchain in science". In: Dhillon, Vikram; Metcalf, David; Hooper, Max. *Blockchain enabled applications*. Berkeley: Apress, pp. 111-124. ISBN: 978 1 4842 3081 7
https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3081-7_8
- Extance, Andy** (2017). "Blockchain moves to science". *Nature*, v. 552, pp. 301-302.
<https://doi.org/10.1038/d41586-017-08589-4>
- García-Morales, Elisa** (2018). "Luces y sombras sobre el impacto del *blockchain* en la gestión de documentos". *Anuario ThinkEPI*, v. 12, pp. 345-351.
<https://doi.org/10.3145/thinkepi.2018.58>
- Gil, Yolanda; Deelman, Ewa; Ellisman, Mark; Fahringer, Thomas; Fox, Geoffrey; Gannon, Dennis; Goble, Carol; Livny, Mirron; Moreau, Luc; Myers, Jim** (2007). "Examining the challenges of scientific workflows". *Computer*, v. 40, n. 12, pp. 24-32.
<https://doi.org/10.1109/MC.2007.421>
- Hauser, Marc; Fehr, Ernst** (2007). "An incentive solution to the peer review problem". *PLoS biology*, v. 5, n. 4, p. 107.
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050107>
- Janowicz, Krzysztof; Hitzler, Pascal** (2012). "Open and transparent: The review process of the semantic web journal". *Learned publishing*, v. 25, n. 1, pp. 48-55.
<https://doi.org/10.1087/20120107>
- Janowicz, Krzysztof; Regalia, Blake; Hitzler, Pascal; Mai, Gengchen; Delbecque, Stephanie; Fröhlich, Maarten; Martin, Patrick; Lazarus, Trevor** (2018). "On the prospects of blockchain and distributed ledger technologies for open science and academic publishing". *Semantic web*, v. 9, n. 5, pp. 545-555.
<https://doi.org/10.3233/SW-180322>
- Kleinaki, Athina-Styliani; Mytis-Gkometh, Petros; Drosatos, George; Efraimidis, Pavlos S.; Kaldoudi, Eleni** (2018). "A blockchain-based notarization service for biomedical knowledge retrieval". *Computational and structural biotechnology journal*, v. 16, pp. 288-297.
<https://doi.org/10.1016/j.csbj.2018.08.002>
- Kuo, Tsung-Ting; Kim, Hyeon-Eui; Ohno-Machado, Lucila** (2017). "Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications". *Journal of the American Medical Informatics Association*, v. 24, n. 6, pp. 1211-1220.
<https://doi.org/10.1093/jamia/ocx068>
- Lajtha, Kate; Baveye, Philippe C.** (2010). "How should we deal with the growing peer-review problem?". *Biogeochemistry*, v. 101, n. 1-3, pp. 1-3.
<https://doi.org/10.1007/s10533-010-9530-6>

- Lemieux, Victoria L.** (2017). "Blockchain and distributed ledgers as trusted recordkeeping systems: An archival theoretic evaluation framework". In: *Future Technologies Conference (FTC) 2017*. November 29-30, Vancouver, Canada.
https://www.researchgate.net/publication/317433591_Blockchain_and_Distributed_Ledgers_as_Trusted_Recordkeeping_Systems_An_Archival_Theoretic_Evaluation_Framework
- Li, Hongyu; Zhu, Liehuang; Shen, Meng; Gao, Feng; Tao, Xiaoling; Liu, Sheng** (2018). "Blockchain-based data preservation system for medical data". *Journal of medical systems*, v. 42, n. 8, pp. 141-154.
<https://doi.org/10.1007/s10916-018-0997-3>
- Liang, Xueping; Shetty, Sachin; Tosh, Deepak; Kamhoua, Charles; Kwiat, Kevin; Njilla, Laurent** (2017). "Provchain: A blockchain-based data provenance architecture in cloud environment with enhanced privacy and availability". In: *17th IEEE/ACM International symposium on cluster, cloud and grid computing*, pp. 468-477.
<https://doi.org/10.1109/CCGRID.2017.8>
- Lin, Yu-Pin; Petway, Joy R.; Anthony, Johnathen; Mukhtar, Hussnain; Liao, Shih-Wei; Chou, Cheng-Fu; Ho, Yi-Fong** (2017). "Blockchain: The evolutionary next step for ICT e-agriculture". *Environments*, v. 4, n. 3, pp. 1-13.
<https://doi.org/10.3390/environments4030050>
- Liu, Jingqiang; Li, Bin; Chen, Lizhang; Hou, Meng; Xiang, Feiran; Wang, Peijun** (2018). "A data storage method based on Blockchain for decentralization". In: *2018 IEEE Third intl conf on data science in cyberspace (DSC)*, pp. 189-196.
<https://doi.org/10.1109/DSC.2018.00035>
- Ludäscher, Bertram; Altintas Ilkay; Berkley, Chad; Higgins, Dan; Jaeger, Efrat; Jones, Matthew; Lee, Edward A.; Tao, Jing; Zhao, Yang** (2006). "Scientific workflow management and the Kepler system". *Concurrency and computation: Practice and experience*, v. 18, n. 10, pp. 1039-1065.
<https://doi.org/10.1002/cpe.994>
- Muzammal, Muhammad; Qua, Qiang; Nasrulin, Bulat** (2019). "Renovating blockchain with distributed databases: An open source system". *Future generation computer systems*, v. 90, pp. 105-117.
<https://doi.org/10.1016/j.future.2018.07.042>
- Ozercan, Halil-Ibrahim; Ileri, Atalay-Mert; Ayday, Erman; Alkan, Can** (2018). "Realizing the potential of blockchain technologies in genomics". *Genome research*, v. 28, n. 9, pp. 1255-1263.
<https://doi.org/10.1101/gr.207464.116>
- Patel, Vishal** (2018). "A framework for secure and decentralized sharing of medical imaging data via blockchain consensus". *Health informatics journal*.
<https://doi.org/10.1177/1460458218769699>
- Pawlak, Michal; Guziur, Jakub; Poniszewska-Marañda, Aneta** (2018). "Towards the blockchain technology for ensuring the integrity of data storage and transmission". In: *OTM Confederated international conferences 'On the move to meaningful internet systems'*, pp. 297-304.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-02671-4_18
- Petchey, Owen L.; Fox, Jeremy W.; Haddon, Lindsay** (2014). "Imbalance in individual researcher's peer review activities quantified for four British ecological society journals, 2003-2010". *PLoS one*, v. 9, n. 3, e92896, pp. 1-4.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092896>
- Radanović, Igor; Likić, Robert** (2018). "Opportunities for use of blockchain technology in medicine". *Applied health economics and health policy*, v. 16, n. 5, pp. 583-590.
<https://doi.org/10.1007/s40258-018-0412-8>
- RDA (Research Data Alliance)- EU Data innovation forum, 30 January 2018, Brussels, Belgium.
<https://www.rd-alliance.org/rdae-data-innov-forum-2018>
- Shrestha, Ajay-Kumar; Vassileva, Julita** (2018). "Blockchain-based research data sharing framework for incentivizing the data owners". In: Chen, Shiping; Wang, Harry, Zhang, Liang-Jie. *International conf on blockchain 2018*. Berlin: Springer, pp. 259-266. ISBN: 978 3 319 94478 4
https://doi.org/10.1007/978-3-319-94478-4_19
- Sicilia, Miguel-Ángel; Visvizi, Anna** (2019). "Blockchain and OECD data repositories: Opportunities and policymaking implications". *Library hi tech*, v. 37, n. 1, pp. 30-42.
<https://doi.org/10.1108/LHT-12-2017-0276>
- Sikorski, Janusz J.; Haughton, Joy; Kraft, Markus** (2017). "Blockchain technology in the chemical industry: Machine-to-machine electricity market". *Applied energy*, v. 195, pp. 234-246.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.03.039>

Spearpoint, Michael (2017). "A proposed currency system for academic peer review payments using the blockchain technology". *Publications*, v. 5, n. 3, p. 19.

<https://doi.org/10.3390/publications5030019>

Stagnaro, Chet (2017). "Innovative blockchain uses in health care". *Freed Associates. White Paper*.

https://www.freedassociates.com/wp-content/uploads/2017/08/Blockchain_White_Paper.pdf

Swan, Melanie (2015). *Blockchain. Blueprint for a new economy*. Cambridge: O'Reilly Media Inc. ISBN: 978 1 491 92049 7

Tennant, Jonathan P.; Dugan, Jonathan M.; Graziotin, Daniel; Jacques, Damien C.; Waldner, François; Mietchen, Daniel; Elkhatib, Yehia; Collister, Lauren B.; Pikas, Christina K.; Crick, Tom; Masuzzo, Paola; Caravaggi, Anthony; Berg, Devin R.; Niemeyer, Kyle E.; Ross-Hellauer, Tony; Mannheimer, Sara; Rigling, Lillian; Katz, Daniel S.; Tzovaras, Bastian-Greshake; Pacheco-Mendoza, Josmel; Fatima, Nazeefa; Poblet, Marta; Isaakidis, Marios; Irawan, Desapta-Erwin; Renaut, Sébastien; Madan, Christopher R.; Matthias, Lisa; Kjaer, Jesper-Norgaard; O'Donnell, Daniel-Paul; Neylon, Cameron; Kearns, Sarah; Selvarajy, Manojkumar; Colomb, Julien (2017). "A multi-disciplinary perspective on emergent and future innovations in peer review". *F1000Research*, November, v. 6, p. 1151.

<https://doi.org/10.12688/f1000research.12037.2>

Van-Rossum, Joris (2017). *Blockchain for research. Perspectives on a new paradigm for scholarly communication digital science report*.

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5607778.v1>

Van-Rossum, Joris (2018). "The blockchain and its potential for science and academic publishing". *Information services and use*, v. 38, n. 1-2, pp. 95-98.

<https://doi.org/10.3233/ISU-180003>

Yue, Xiao; Wang, Huiju; Jin, Dawei; Li, Mingqiang; Jiang, Wei (2016). "Healthcare data gateways: found healthcare intelligence on blockchain with novel privacy risk control". *Journal of medical systems*, v. 40, n. 10, p. 218.

<https://doi.org/10.1007/s10916-016-0574-6>

Zhang, Peng; White, Jules; Schmidt, Douglas C.; Lenz, Gunther; Rosenbloom, S. Trent (2018). "Fhirchain: Applying blockchain to securely and scalably share clinical data". *Computational and structural biotechnology journal*, v. 16, pp. 267-278.

<https://doi.org/10.1016/j.csbj.2018.07.004>

Inforàrea

Ayudamos a tu organización en la transformación digital y el gobierno de la información



- * Consultoría estratégica en gestión y gobierno de la información
- * Gestión documental y "records management"
- * Gestión de contenidos, intranets corporativas y entornos de colaboración
- * Estudios especializados

Clientes satisfechos, cientos de empresas nacionales e internacionales y más de 30 años de experiencia son la mejor garantía de nuestra reputación.

Para más información consulta www.Inforarea.es