

DOCTRINA

Protección jurídica de *Blockchain*: Un análisis desde su funcionalidad y naturaleza jurídica según el ordenamiento jurídico español

Blockchain legal protection: An analysis from its functionality and legal nature according to the Spanish legal system

Javier Martínez Boada  y Ricardo José Rejas Muslera 

Universidad Camilo José Cela, España

RESUMEN La tecnología *blockchain* ha captado el interés de la sociedad porque permite registrar información de forma inmutable e intercambiar valor sin confiar en una autoridad central. Desde su aparición, la funcionalidad de la *blockchain* ha evolucionado hasta el punto de posibilitar el alojamiento y ejecución de contratos inteligentes, es decir, se desarrolla funcionalmente hasta transformarse en algo más complejo que una simple base de datos. Esta evolución plantea la necesidad de reflexionar sobre su naturaleza jurídica y, de forma derivada, sobre su protección normativa. Dado que la naturaleza y protección jurídica vienen marcadas por la funcionalidad de la tecnología, este artículo parte de una caracterización técnica y funcional de la *blockchain* para, desde ahí, inferir su naturaleza y protección legal según la normativa española.

PALABRAS CLAVE *Blockchain*, naturaleza jurídica, protección jurídica, contratos inteligentes, funcionalidad.

ABSTRACT Blockchain technology has captured the interest of society because it allows information to be recorded immutably and value exchanged without trusting a central authority. Since its appearance, blockchain has evolved its functionality to the point of enabling the hosting and execution of smart contracts, that is, it has developed functionally until becoming something more complex than just a database. This evolution raises the need to reflect on its legal nature and, subsequently, on its regulatory protection. Given that the nature and legal protection are marked by the functionality of the technology, this article starts from a technical and functional characterization of blockchain to, from there, infer its nature and legal protection according to Spanish regulations.

KEYWORD Blockchain, legal nature, legal protection, smart contracts, functionality.

Introducción

La locución *blockchain* no resultará desconocida para los lectores en vista de su imparable desarrollo dentro del ámbito social, económico y de los diversos análisis presentados en artículos y monografías. Inicialmente, este sistema era estudiado por perfiles especializados en el ámbito de las tecnologías, sin embargo, con el paso del tiempo comenzó a tornarse habitual que, dentro del lenguaje cotidiano, la sociedad mostrara interés en utilizar la *blockchain* en entornos comunes como, por ejemplo, sistemas de pago, logística empresarial o para celebrar contratos (Pacheco Jiménez, 2019: 62).¹

La tecnología *blockchain*, o de cadena de bloques, trae consigo grandes innovaciones al permitir el desarrollo de esquemas distribuidos y descentralizados, posibilitar que los usuarios puedan intercambiar valor sin la necesidad de confiar en una autoridad central y registrar de forma inmutable sus transacciones.²

Tal es la importancia de esta tecnología, que los estudios efectuados sobre su uso entre las empresas y personas concluyen que los ingresos anuales de las aplicaciones basadas en la *blockchain* alcanzarán los 19.900 millones de dólares a nivel mundial el año 2025 (Zhang, Xue y Liu, 2019: 2).

Antes de comenzar con el grueso de este estudio —y para facilitar la tarea al lector de comprender el objeto de esta investigación—, es necesario reflejar, en líneas generales, los orígenes de la tecnología de cadenas de bloques y la situación en que se encuentra actualmente.

Mientras que durante el año 2008 el sistema financiero global se desplomaba, una persona o grupo de personas bajo el seudónimo de Satoshi Nakamoto elaboraron un protocolo para un nuevo sistema de pago electrónico entre iguales a través de la criptomoneda Bitcoin (Tapscott y Tapscott, 2017: 26).

Este protocolo describía un sistema de pago electrónico basado en pruebas criptográficas en lugar de confianza. Dado que la naturaleza misma de las criptomonedas permitía duplicarlas y gastarlas más de una vez, Nakamoto buscó solucionar este problema vinculando cada transacción con la transacción anterior, a prueba de toda manipulación. Para ello, elaboró un libro de contabilidad público con el cual una red

1. En este sentido, Corredor y Díaz (2018) afirman que «la tecnología *blockchain* representa hoy en día una revolución en el mundo entero por el posible impacto que puede traer en sectores tales como administración de justicia, salud y educación, servicios notariales, procesos de supervisión por parte de órganos de control, auditorías, ejecución de contratos, monedas virtuales, mercados financieros, funcionamiento de empresas y de entidades estatales, entre otros» (2018: 406).

2. Como señalan Gámez y Corredor, «la *blockchain* como una forma de innovación disruptiva que permite el desarrollo de esquemas descentralizados y distribuidos puede generar cambios en procesos de carácter económico y social» (2023: 525).

podía examinar el historial de transacciones de una moneda electrónica verificando que dicha moneda aún no se había gastado. De esta forma, eliminó el problema del doble gasto y concibió lo que hoy conocemos como la *blockchain* (Popovski y Soussou, 2018: 432).

Con el paso del tiempo, las cadenas de bloques comenzaron a experimentar desarrollos que han hecho que esta tecnología pueda emplearse para algo más que la distribución de un simple libro de contabilidad. Así, en el año 2015, emergió la *blockchain Ethereum*, el que permite a los usuarios alojar y codificar contratos autoejecutables mediante el lenguaje de programación Solidity (Palomino Madueño, 2021: 108).

A la vista de esta evolución cualitativa funcional,³ a la falta de regulación normativa específica de la *blockchain*,⁴ a la dispersión en cuanto a su concepto (Valpuesta Gastaminza, 2022: 46) y a sus amplias funcionalidades,⁵ surge la pregunta central de este estudio: ¿cuál será su naturaleza jurídica y, en consecuencia, cómo la legislación existente puede proteger esta tecnología dotando de seguridad jurídica a los usuarios?

Junto a ello, para perseguir el objeto de esta investigación, debemos tener presente que, actualmente, la legislación continúa siendo, desafortunadamente, de carácter local (Santamaría Ramos, 2020: 142) pese a la necesidad de que sea global; máxime si los usuarios emplean tecnologías de carácter transnacional como sucede con la *blockchain*.⁶

La metodología de investigación de este estudio consistió en el análisis de diferentes fuentes bibliográficas y en el examen de la legislación vigente, para fijar la tecnología de cadena de bloques dentro de una institución jurídica general y, por consiguiente, dotarla de amparo normativo.

Este trabajo es de enfoque cualitativo y descriptivo, pues tiene como fin dar respuesta a la interrogante planteada mediante el análisis de las fuentes de información utilizadas.

Así las cosas, la evaluación de funcionalidad, defecto normativo y relevancia económica, demanda un análisis de la naturaleza jurídica de la *blockchain* como base conceptual sobre la que especificar su protección jurídica.

3. Mena señala que «el *blockchain* se ha dado a conocer inicialmente solo como la tecnología detrás del Bitcoin y demás criptomonedas, la realidad es que sus infinitas posibilidades van mucho más allá y comienzan a cambiar las reglas de juego» (2021: 1).

4. Touriño Pena y otros establecen que «la posible falta de regulación aplicable [...] salvo en el caso de los tokens y otros criptoactivos con el Reglamento MiCA, realmente no existe una norma que pueda ser aplicable ex profeso a las múltiples situaciones que genera la *blockchain*» (2022: 111).

5. Según indica De Benito, «los analistas han llegado a documentar más de 130 usos diferentes del *blockchain* en distintas áreas» (2020).

6. Para Padilla, «se trata de un esquema de naturaleza transnacional en el que los partícipes pueden tener acceso a servicios globales desintermediados» (2020: 187).

Concepto de *blockchain*

La tecnología *blockchain* es una de las invenciones tecnológicas que mayor interés ha generado en la sociedad del siglo XXI.⁷ No obstante, se encuentra lejos de ser una tecnología reciente, puesto que sus orígenes teóricos se remontan a los años ochenta y su desarrollo material comenzó durante la última década de los noventa (Porxas y Conejero, 2018: 24).

Actualmente, el concepto es incierto⁸ y no existe consenso⁹ en cuanto a qué puede entenderse por *blockchain*. De esta forma, la mayoría de las definiciones se centran en sus amplias funcionalidades o son demasiado técnicas (Hierro Viétez, 2021: 300).

En líneas generales, una cadena de bloques puede ser definida como un libro digital de contabilidad descentralizado que almacena las transacciones que se han realizado dentro de una red entre pares de forma segura, transparente y verificable (Dabbagh, Sookhak y Safa, 2019: 19212).¹⁰

La tecnología *blockchain* es el nombre que originalmente se le dio al diseño que sostiene el funcionamiento de la criptomoneda digital Bitcoin (Ammous, 2016: 1). Esto nos lleva a una primera aproximación del concepto, puesto que una *blockchain* puede conformarse como aquella tecnología que nos permite, de manera segura y directa, enviar dinero a otra persona sin pasar por una entidad bancaria, PayPal o tarjeta de crédito (Tapscott y Tapscott, 2017: 27).

Desde una perspectiva más técnica, la *blockchain* es una sucesión de bloques conectados a través de *hashes* criptográficos con marca de tiempo (Drosatos y Kaldoudi, 2019: 230). Es decir, las *blockchain* son un libro mayor en el que la información de las transacciones de los activos con valor se registra de manera secuencial en eslabones, a fin de formar una cadena o sucesión de bloques. Cada eslabón de información de la cadena se encuentra referenciado con el anterior, de tal forma que la totalidad de bloques guardan relación con el primero, replicándose toda la cadena en una red mundial de ordenadores que utiliza mecanismos de seguridad criptográfica (Pastor Sempere, 2017: 305).¹¹

7. Tasatanattakool y Techapanupreeda (2018: 473) señalan que «la tecnología que más impacto ha tenido en nuestros estilos de vida en la última década es *blockchain*».

8. Ghiri y otros consideran que «el término *blockchain* parece estar sobrecargado y, por lo tanto, ambiguo» (2021: 1).

9. Zile y Strazdiņa subrayan que «existen numerosas definiciones de *blockchain* por diferentes autores [...] no existe una definición única acordada internacionalmente» (2018: 13).

10. Otros autores, como Pacheco (2019: 63), analizan el libro incluyendo la palabra «digital»: «*Blockchain* puede definirse como un libro digital compartido que abarca una lista de bloques conectados y almacenados en una red distribuida, descentralizada y protegida mediante criptografía, sirviendo como un depósito de información irreversible e incorruptible».

11. González-Meneses sostiene que la *blockchain* es «un registro de transacciones único pero llevado de forma descentralizada o distribuida; un libro de contabilidad, un libro mayor, un *ledger*, que no lleva un

Por otro lado, existen aquellos que definen *blockchain* como «una enorme base de datos compartida [...] que sirve de soporte material, de almacenamiento o depósito, y de registro o recordatorio permanente, [...] de información disponible por todos los adscritos o asociados a la red» (Ibáñez Jiménez, 2018: 36).¹²

Frente a los autores que definen la *blockchain* como una base de datos, encontramos a quienes establecen que «una cadena de bloques es una computadora mágica en la que cualquiera puede cargar programas y dejar que los programas se autoejecuten» (Davidson, De Filippi y Potss, 2016: 6).

Finalmente, existen aquellos que se centran en definir la *blockchain* de acuerdo con los beneficios que puede aportar su utilización. En este sentido, puede decirse que la *blockchain* es «una máquina para generar confianza, transparencia, confiabilidad, velocidad y efectividad en transacciones automatizadas y entre pares» (Meunier, 2018: 23).

Tal y como puede observarse, todas las formas de definir la *blockchain* invitan a estudiar su naturaleza y protección jurídica, sin embargo, son las dos primeras definiciones las que hacen realmente necesario investigar acerca de la institución jurídica a la que pertenece, ya que una base de datos es diferente a una tecnología capaz de cargar y autoejecutar programas informáticos.

Como puede observarse, ciertos autores comparten la visión de que se trata de una máquina o computadora, es decir, una institución jurídica diferente a una base de datos. No obstante, a continuación, conviene estudiar las distintas funcionalidades prácticas de la *blockchain*, dado que son estos usos los que dictaminarán sobre qué institución jurídica recae y cómo será protegida jurídicamente de acuerdo con la legislación vigente.

Funcionalidades prácticas de la *blockchain*

Actualmente, la tecnología de cadena de bloques posee una amplia variedad de funcionalidades (Tourinho Pena y otros 2022: 15). Como toda tecnología, se desarrolla a lo largo del tiempo quedando delimitada en varias etapas: *blockchain* 1.0, 2.0 y 3.0, según sus aplicaciones (Xu, Chen, Kou, 2019: 1), de las cuales, para el presente estudio, son esenciales la primera y la segunda. Esta evolución es precisamente lo que supone que la *blockchain* experimente saltos cualitativos funcionales, cuya consecuencia es que permiten inferir una distinta categorización como ente digital y, de forma derivada, una distinta aproximación jurídica en cuanto a su naturaleza y protección.

solo sujeto, sino a la vez todos los usuarios del sistema. Es como si la contabilidad de todos los bancos en cuyas cuentas se refleja todo nuestro dinero y todas las transferencias dinerarias que vamos haciendo la llevásemos directamente todos los clientes de los bancos mediante nuestros propios ordenadores» (2017: 323).

12. Para Zheng y otros, la «*blockchain* es un tipo de estructura de datos» (2023: 122), mientras que Pacheco la define como «una base de datos distribuida que registra bloques de información y los entrelaza para facilitar la recuperación de dicha información» (2019: 64).

En un primer momento, el inventor de la *blockchain*, Satoshi Nakamoto, circunscribió el uso de esta tecnología a las criptomonedas. Sin embargo, a través de una comunicación del año 2010,¹³ en el marco del foro de Bitcoin, estableció que el diseño de la *blockchain* admitía muchos tipos de funcionalidades, como depósitos de garantía, arbitraje de terceros, contratos, etcétera (Von Haller Gronbaek, 2016: 2).

La *blockchain* 1.0 es la primera generación de funcionalidades. Dentro de esta etapa, se hace referencia a Bitcoin, a la minería, a los libros de contabilidad públicos, a los protocolos que permiten las transacciones, a la moneda digital y al alojamiento de los datos de los usuarios que participan en la red y las transacciones que han efectuado (Efanov y Roschin, 2018: 117).

Tal y como puede observarse dentro de esta primera etapa, la *blockchain* puede ser concebida como una herramienta capaz de albergar enormes estructuras de datos y, por lo tanto, ser conceptualizada como una base de datos.

Con el paso del tiempo, continuó su desarrollo hasta conformarse la segunda generación denominada *blockchain* 2.0. En ella, surge el sistema *Ethereum*, que permite crear y alojar *smart contracts* o «contratos inteligentes», e introducir el lenguaje de programación Solidity para hacerlos autoejecutables (Aggarwal y Kumar, 2021: 301).

Con ello, la etapa *blockchain* 2.0 sirve para distinguir entre Bitcoin como activo y la *blockchain* como un sistema de confianza distribuida y programable, que incrementa la funcionalidad hasta el punto de permitir comercializar con obras de arte, derechos de propiedad intelectual, proporcionar registros de certificados o programar contratos capaces de autoejecutarse si se cumple la condición pactada (Von Haller Gronbaek, 2016: 2).

De esta forma, esta segunda generación de cadenas supone que se produzca un salto cualitativo funcional, pues, 1) permite la programación, alojamiento y ejecución de contratos inteligentes 2) hace posible crear Organizaciones Autónomas Descentralizadas (Dao) y 3) posibilita desarrollar aplicaciones descentralizadas (Dapps) (Colomo Palacios, Sánchez Gordón y Arias Aranda, 2020: 2). De esta manera, la tecnología *blockchain* muta de una base de datos en sentido estricto a una tecnología que admite otras muchas funcionalidades diferentes al almacenaje de datos, como, por ejemplo, la programación a través de código como lo haría cualquier software.¹⁴

Finalmente, la *blockchain* continuó desarrollándose hasta llegar a la generación *blockchain* 3.0, la cual ofrece mayor seguridad, sostenibilidad y adaptabilidad, y que se utiliza en industrias como la salud, la justicia, las artes e instituciones gubernamentales (Sarmah, 2018: 26).

13. Transactions and Scripts: DUP HASH160 ... Equalverify checksig, 17 de junio de 2010, disponible en <https://tipg.link/SAgo>.

14. López Rodríguez (2021: 142) recuerda también que fue con la *blockchain* *Ethereum* con la que se introdujeron los contratos inteligentes.

A la vista de las definiciones que aportan los diferentes autores, y según los desarrollos funcionales que ha sufrido la *blockchain*, puede decirse que una cadena de bloques puede ser destinada a diferentes fines. Primordialmente, podrá emplearse para alojar los datos de las transacciones que efectúan los usuarios de la red o para programar acuerdos capaces de autoejecutarse. De este modo, tras el estudio de dichas funcionalidades, habrá que delimitar su naturaleza jurídica y, consiguientemente, su protección de acuerdo con la legislación existente.

Naturaleza y protección jurídica de la *blockchain* según sus funcionalidades

Ahora que han sido estudiadas las funcionalidades técnicas de al blockchain y los saltos cualitativos funcionales que ha ido sufriendo a lo largo de su historia, se torna fundamental inferir la naturaleza y protección jurídica de esta tecnología.

Dado que no existe una normativa común, homogénea y armonizada para todos los países del mundo,¹⁵ —pues no olvidemos que se trata de una herramienta de alcance transnacional—¹⁶, la doctrina ha ido, según su entendimiento, categorizando y conceptualizando la tecnología de las cadenas de bloques de distintas formas.

Por una parte, se ha visto que existen quienes hablan de ella como una base de datos, cuyo libro distribuido entre los participantes de la red alberga todos los datos de los usuarios y de las transacciones que han ido efectuando (Ibáñez Jiménez 2018: 36). Por otro lado, están aquellos que deciden tratarlo como una tecnología capaz de alojar y codificar contratos inteligentes para que las partes puedan automatizar sus obligaciones y garantizar su cumplimiento (Vilalta Nicuesa, 2019: 56).

En el caso de la *blockchain*, como vemos, interesa hallar su naturaleza y protección en virtud de sus amplias funcionalidades, pues, en definitiva, son las que producen efectos jurídicos entre las personas. De esta forma, son sus usos los que realmente deben protegerse y regularse, a fin de salvaguardar los derechos e intereses de los usuarios que operan a través de este tipo de sistemas.

Tratar la protección y naturaleza jurídica de la *blockchain* como tecnología, es una tarea que, *a priori*, no tiene trascendencia jurídica. Por una parte, se ha visto que puede ser declarada como una base de datos, sin embargo, dado que mantiene la normativa sobre protección de derechos de propiedad intelectual, estas deben ser originales en su creación o existir trabajo humano en su realización. Aunque existen ciertas personas que crean y codifican las cadenas de bloques, la *blockchain* carece de originalidad como tal, pues proviene de la tecnología DLT (Ibáñez Jiménez, 2018: 47) y, además, los nodos que actúan dentro de ella carecen de titularidad. Esto significa

15. Ríos López destaca que «no existe un marco legal que regule las tecnologías disruptivas, pese a los esfuerzos de la Unión Europea por crear marcos homogéneos de gobernanza» (2021: 2).

16. Con esto Fetsyák se refiere a que «la tecnología *blockchain*, de naturaleza transfronteriza» (2020: 224).

que únicamente siguen un protocolo estándar definido por personas (Preukschat, 2017: 25), las cuales no han estimado oportuno reclamar protección para incentivar el uso y adopción de esta tecnología.

Por otro lado, se ha visto que existe una sección de la doctrina que entiende esta tecnología como una computadora o programa de ordenador, sin embargo, proteger estos sistemas como tal produciría los mismos efectos que se han dicho para el caso anterior, es decir, no aporta una significación jurídica más allá de su propia categorización como tal.

Así las cosas, para su naturaleza y protección jurídica se debe tener en cuenta las distintas funcionalidades que ha ido proporcionando este sistema en virtud de sus distintos saltos cualitativos funcionales.

En ausencia de normas específicas, habrá que analizar sobre qué institución jurídica descansa y qué protección debe proveer el ordenamiento jurídico a cada funcionalidad proporcionada por este tipo de sistemas. Igualmente, se debe reflexionar sobre los usos que ofrecerá en un futuro, dado que es una tecnología en constante evolución (Centeno, 2020: 491). en tanto en cuanto no se conforme una legislación específica, dado que es una tecnología en constante evolución.¹⁷

En lo que respecta a las funcionalidades que brinda la *blockchain* como base de datos, la doctrina ha destacado el hecho de que estos sistemas pueden emplearse para albergar los datos de identidad de las personas,¹⁸ historial de las transacciones que han efectuado los usuarios, registro de datos de los internautas que operan en el sistema e, incluso, como soporte digital donde celebrar procesos electorales a través de voto electrónico o registrar el pasaporte de las personas (Polanco Medina, 2022: 349 y ss.).¹⁹

Como puede observarse, el abanico de funcionalidades que ofrecen las cadenas de bloques como base de datos es bastante amplio, y en él converge una diversidad de derechos e intereses de las personas que —como no puede ser de otra forma— la legislación debe proteger y garantizar.

En lo que respecta a la identidad de las personas, durante el año 2024 la Unión Europea ha observado que las personas en Internet son indetectables y pueden cometer actividades ilícitas prácticamente desde el anonimato, pues utilizan multitud de seudónimos. Ante esta situación, ofrece una propuesta a través del eIDAS 2, donde se conforme una cartera de identidad digital única para cada usuario de la red.

17. Para Centeno, «la tecnología *blockchain* tiene un sinfín de utilidades» (2017: 25).

18. Para Puig Pascual (2018), «tiene sentido pues, que uno de estos programas, sea en realidad una representación de nuestra identidad en *blockchain*, que nos permita interactuar con otros Smart Contracts dentro de la red o con otras identidades» (2018: 4).

19. Pardo Prado considera que «*blockchain* es presente y es futuro. Tecnología que va a ser mucho más utilizada tanto en la Unión Europea, Administraciones Públicas de todos los Estados miembros, así como por empresas privadas, por lo que afectará a todas las personas [...]. De hecho, ya en muchos sectores como Registros Públicos, o en Pasaporte Covid se está utilizando» (2022: 153-160).

En vista de tal intención, España, con la resolución de 6 de julio de 2023, de la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial, dictaminó que esta cartera de identidad digital puede ser incorporada a una cadena de bloques que garantice la veracidad de los datos de identidad de las personas que operen en Internet. Sin embargo, las cuestiones jurídicas comienzan cuando los datos e información que contiene la *blockchain* resultan ser inmutables (Landerreche y Stevens, 2018: 1) y, por tanto, no pueden eliminarse o rectificarse (Voss, 2021: 92).

Queda claro que un registro de identidades digitales en la *blockchain* aportaría muchísima seguridad a las transacciones y actividades que se efectúan en línea, sin embargo, este tiene que respetar los derechos e intereses de las personas y cumplir con las legislaciones vigentes en la materia. Como sabemos, las personas tienen derecho a lo que muchos denominan derechos ARCO,²⁰ es decir, a rectificar o eliminar los datos de un determinado lugar.

La *blockchain* es un registro distribuido entre un sinnúmero de sujetos, los cuales pueden acceder y consultar la información que contienen los bloques (Sarmah, 2018: 27). Como sostiene la doctrina, las cadenas de bloques pueden ser primordialmente privadas, de consorcio o públicas. Las dos primeras no suelen provocar cuestiones jurídicas de extrema relevancia, pues existe un nodo central que proporciona los accesos a la red a aquellos usuarios que estime oportuno y, además, quedan reflejadas las identidades reales de las personas que forman parte del sistema. En el caso de las cadenas de bloques públicas, esta situación cambia, porque coexisten una infinidad de nodos cuya posición en la red es igualitaria y, para colmo, actúan bajo seudónimos²¹ que dificultan enormemente su identificación.²² Como vemos, dentro de un sistema igualitario en el que los nodos no poseen ninguna autoridad los unos sobre los otros, no podrán existir figuras primordiales en el cumplimiento del derecho de protección de datos que tienen las personas (González Mendoza, 2024: 22 y ss.), como el encargado de tratamiento y el responsable del tratamiento (Fink, 2019: 13). Además, aunque existiera alguna posibilidad de establecer dichas figuras, los nodos no sabrían a quién acudir, pues recordemos que en las cadenas de bloques públicas se emplean seudónimos que impiden hallar la identidad de quien «*anda detrás*» de dicha computadora (Quiroz Ruiz, 2023: 280).

Así las cosas, respecto a la funcionalidad de registro de identidad digital, informaciones y datos de las personas, las características propias de la tecnología de cadena de

20. García Murillo detalla: «Los derechos ARCO representan una garantía importante en la sociedad de la información, y, constituyen en la actualidad el derecho al Acceso, la Rectificación, la Cancelación y la Oposición que tienen todos los usuarios» (2016: 16).

21. Serra Rodríguez se refiere a que «cuando se utilizan cadenas de bloques públicas los datos contenidos son pseudónimos –esto es, si bien la persona no es identificable» (2021: 146).

22. Para Legerén-Molina, «lo que hace a la posibilidad de ejercicio de algunos derechos subjetivos relativos a los datos, se erige en una dificultad en las cadenas públicas» (2019: 195).

bloques es incompatible con la normativa sobre protección de datos. Es cierto que las estructuras normativas que regulan la protección de datos son escépticas respecto a las nuevas tecnologías,²³ sin embargo, deben reacondicionar su estructura a la realidad de la época u obligar a reestructurar este tipo de sistemas que atentan contra la legislación vigente.²⁴

Según se ha visto, fruto de la evolución de la *blockchain* han comenzado a emerger otras estructuras más desarrolladas que permiten alojar y codificar acuerdos que automatizan el cumplimiento de la obligación, siempre y cuando ocurran unas condiciones pactadas. En este sentido, el año 2014 surge la cadena de bloques pública «Ethereum», que hace posible codificar contratos que obliguen a las partes de la misma forma que ocurre con los contratos tradicionales,²⁵ pero adquiriendo características novedosas que hacen peligrar la estructura jurídica actual en materia de contratos.

La idea de los contratos inteligentes se remonta a los años noventa,²⁶ sin embargo, no captaron la atención de la sociedad hasta la emergencia de la *blockchain*. Fue en ese momento cuando adquirieron las características de automatización, transnacionalidad, inmutabilidad y desintermediación que ponen en jaque al ordenamiento jurídico actual.

Cuando se hace referencia a los contratos inteligentes, se alude a una especie de acuerdo que celebran las partes con el fin de garantizar, como se ha dicho, el cumplimiento de las obligaciones pactadas. Primeramente, hay que tener en cuenta que los contratos a los que se hace referencia en este artículo son los contratos inteligentes legales, pues son los que tienen relevancia jurídica (López Rodríguez, 2021: 444).

Para que un contrato inteligente sea considerado contrato y, por tanto, quede respaldado y protegido bajo el abrigo de las estructuras normativas encargadas de regular los contratos, es necesario que respete una serie de requisitos tasados: el consentimiento, la causa y el objeto.

En el ordenamiento jurídico español se reconoce la libertad de forma de los contratos, a excepción de ciertos acuerdos que requieren de una forma en específico (O'Callaghan Muñoz, 2016: 254). Además, en virtud del artículo 1 de los principios Unidroit sobre los Contratos Comerciales Internacionales del año 2016, también se garantiza la libertad que poseen los contratantes a la hora de conformar los contratos con los que decidan obligarse.

23. Quiroz Ruiz dice que «el RGPD es una norma tecnológicamente agnóstica, por lo que su aplicación no está pensada para ninguna tecnología en específico» (2023: 300).

24. Para Jiménez Valderrama, «la existencia de una sociedad global, en donde existe una comunicación permanente a través de la red, va exigiendo soluciones a los nuevos desafíos que se van planteando» (2024: 385).

25. López Rodríguez destaca que «la plataforma pionera en ofrecer soluciones para desarrollar Smart Contracts fue Ethereum en 2014» (2021: 442).

26. Salvador Cordech subraya que se trata de «una idea expuesta por primera vez por el científico computacional, criptógrafo y abogado Nick SZABO hace algo más de veinte años» (2018: 2).

Al hablar de contratos inteligentes se hace referencia a los contratos electrónicos, «figura que carece de regulación específica en España. No obstante [...] podría tener cabida como una modalidad de contrato electrónico» (Sánchez Álvarez y García Pacios, 2021: 87)., Como se ha adelantado, se trata de contratos que presentan una serie de características (automatización, transnacionalidad, inmutabilidad y desintermediación) en razón de su alojamiento dentro de las cadenas de bloques, lo que hace que tenga que poseer una conceptualización diferente a la de los contratos electrónicos.²⁷

La contratación electrónica queda regulada en el ordenamiento jurídico español principalmente por la LSSICE,²⁸ que prevé una serie de estipulaciones que deben cumplirse cuando nos sumergimos dentro de este ámbito. Según el apartado h) del anexo de definiciones de este cuerpo legal, un contrato electrónico será aquel en el que la oferta y la aceptación se produzca mediante equipos informáticos conectados a una red de telecomunicaciones.

La legislación es anterior a los contratos inteligentes y en su regulación no contempla que este tipo de acuerdos posean características que los hacen únicos y que requieren de una legislación propia que los naturalice y proteja.²⁹

Dado que nos encontramos bajo el ámbito de aplicación de la LSSICE, pues sin la existencia de una legislación específica solo podemos acudir a la aplicación analógica³⁰ de las normas existentes en nuestro Derecho, hay que observar que el artículo 23.1 afirma que los contratos electrónicos deben, como se ha adelantado, cumplir con los requisitos de consentimiento y los restantes que establecen las leyes para que sean considerados como válidos a efectos jurídicos.

Los requisitos de objeto y causa no generan a primera vista mayores cuestiones que las que provocan en sí mismos los contratos (Quiroz Ruiz, 2023: 289). Normalmente, el objeto y la causa de los contratos inteligentes se relacionan con la adquisición de criptoactivos, como Bitcoin, Ethereum o Tokens (Ortega Giménez, 2019: 51), es decir, suele corresponder con hechos posibles, ciertos y lícitos. No debe olvidarse que en caso de que no se cumpla alguno de los requisitos anteriores, el contrato será totalmente nulo, pues ocurre que los contratos inteligentes son susceptibles de ser utilizados con fines ilícitos como, por ejemplo, adquirir servicios de piratas informáticos o financiar el terrorismo (Savelyev, 2016: 20).

27. Serra señala que «el Smart Contract es un contrato electrónico, según la definición que ofrece la letra h) del Anexo de la LSSI», si bien presenta ciertas particularidades, debidas, en gran medida, a su inserción en una tecnología de redes distribuidas» (2021: 144).

28. Ley 34 del 11 de julio de 2002, de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico.

29. Werbach y Cornell destacan: «la distinción crítica entre contratos inteligentes y otras formas de los acuerdos electrónicos es la ejecución» (2017: 331).

30. Touriño Pena y otros afirman que «cualquier implementación de la tecnología *blockchain* debe tener en cuenta la legislación aplicable, y como se ha expuesto, la posible falta de regulación aplicable, siendo necesaria la interpretación o aplicación por analogía a otras normas» (2022: 111).

Por último, el contrato inteligente debe cumplir con las estipulaciones que contempla el Derecho para el requisito de consentimiento. En primer lugar, es verdad que el consentimiento prestado a través de medios informáticos es totalmente válido y producirá los mismos efectos que aquel que se haya prestado presencialmente (Argelich Comelles, 2020: 11). Sin embargo, todo cambia dentro de los *smart contracts*, ya que nos encontramos ante el requisito que mayores problemas acarrea (Fetsyak, 2020: 220).

Como se ha dicho, el sistema donde se celebran, alojan y codifican estos contratos permite que las partes actúen bajo el uso de seudónimos que impiden altamente su trazabilidad e identificación. De esta forma, en las cadenas de bloques públicas la garantía de que exista un consentimiento que no se encuentra viciado es prácticamente imposible, pues, sin conocer la identidad de los participantes de la red o de los contratantes, difícilmente podrá garantizarse que las partes tienen capacidad para contratar (Fetsyak, 2020: 213).

Sin una garantía que pueda asegurar que el consentimiento de los contratantes no se encuentra viciado, puede mantenerse que los contratos inteligentes que se alojen dentro de cadenas de bloques públicas no cumplan con los requisitos de validez que establecen las normas del ordenamiento jurídico español y, en consecuencia, puedan ser acuerdos que desplieguen efectos jurídicos conforme a Derecho.

A fin de solucionar tal cuestión, algunos autores de la doctrina han creído conveniente que la *blockchain* posea instrumentos de comprobación de identidad, capacidad de obrar y otros que garanticen el cumplimiento de los requisitos de validez contractual.³¹ Sin embargo, esto desincentivaría el poder que tienen los usuarios de actuar casi desde el anonimato dentro de las redes públicas.

Como puede observarse, de forma general los contratos inteligentes atentan contra la normativa actual sobre contratos, pero, además, provocan también problemas a la hora de celebrar relaciones entre usuarios que se encuentren en otros lugares del mundo.³²

Cuando dos contratantes celebran un contrato inteligente y uno de ellos es, como indica nuestro Derecho, extranjero, entran en juego las normas de Derecho Internacional Privado para dictaminar el foro y competencia judicial de la relación contractual celebrada vía un contrato inteligente. En defecto de pacto, las partes, como se ha dicho, actúan bajo seudónimos, lo que tampoco permite establecer a qué país pertenecen (Ortega Giménez, 2019: 67-71).

La legislación actual está pensada para contratantes cuya identidad y ubicación geográfica son conocidas, pues los foros y legislaciones aplicables se determinan a partir

31. Para Argelich Comelles, «la plataforma *blockchain* correspondiente deberá activar los mecanismos para la comprobación de la identidad, capacidad de obrar y los requisitos de validez inherentes al contrato» (2020: 12).

32. Ruiz Rodríguez dice que «el empleo de la cadena de bloques será suficiente por sí mismo para considerar como «internacional» una determinada operación celebrada a través de dicha cadena» (2022: 4).

de criterios tradicionales de conexión por proximidad, cuyo núcleo es la localización.³³ De esta forma, si se desconoce la identidad y localización de los contratantes, difícilmente podrán hacer valer sus derechos en caso de controversias o cuestiones jurídicas.

Además, las operaciones comerciales internacionales con contratos inteligentes pueden ser llevadas a cabo con consumidores, lo que damnifica directamente sus derechos. Por una parte, se desconoce la identidad de los contratantes y, por otra, el derecho de desistir de contratos inmutables y automatizados se presenta como una tarea pendiente (Tur, 2018: 599 y ss.).

Con todo, puede observarse que las funcionalidades de la tecnología *blockchain* producen efectos jurídicos sobre los usuarios y, por tanto, deben existir legislaciones actualizadas. Puede no ser necesaria la creación de estructuras jurídicas específicas, sin embargo, las normas que conforman nuestro Derecho deben responder a las cuestiones planteadas anteriormente y a aquellas que se produzcan en un futuro.

Conclusiones

La tecnología y la sociedad evolucionan constantemente. En la actualidad, asistimos a una revolución digital sin precedentes, favorecida por el desarrollo de diferentes tecnologías que permiten concebir plataformas y sistemas antes inimaginables.

En este contexto, las tecnologías de registros distribuidos acaparan el interés de la sociedad al proponer una transformación radical de los modelos de negocio y gestión, al mismo tiempo que auguran cambios en la economía y en la forma en la que los sujetos operan y realizan transacciones dentro del entorno digital.

Sin duda alguna, la tecnología de registros distribuidos que ha cobrado mayor protagonismo ha sido la *blockchain*. Se trata de una tecnología capaz de registrar transacciones de manera perpetua en el tiempo, eliminando la participación de cualquier intermediario y posibilitando que los sujetos actúen bajo el anonimato.

Con el paso del tiempo, la *blockchain*, que únicamente permitía registrar los datos de las transacciones que habían realizado los usuarios de la red, evoluciona para dar paso a la era *blockchain 2.0*, donde aumentó sus funcionalidades y adquirió la capacidad no solo de registrar datos, sino de alojar programas informáticos como contratos inteligentes o diversas aplicaciones descentralizadas (Dapps).

Bajo estas premisas, se hace necesario el estudio de las funcionalidades más relevantes que permite actualmente la *blockchain* para observar los enormes retos jurídicos que plantea y que deben abordarse y solucionarse por el legislador.

Tal y como se ha expuesto, la categorización de la *blockchain* como bien jurídico tiene como punto central de consideración su funcionalidad, permitiendo desde ahí

33. Jiménez y Espiniella afirman que «los objetivos reglamentarios [...] tienden a buscar la proximidad entre el conflicto y la ley aplicable» (2021: 28).

especificar una protección jurídica ordenada, completa y consistente. Es por ello que no puede hablarse de una única categorización de la *blockchain*, pues son precisamente sus evoluciones cualitativas en lo funcional lo que requiere una consideración distinta en cuanto a su naturaleza y protección.

Como se ha visto, lo que interesa al mundo del Derecho es el estudio de la naturaleza y protección de las amplias y distintas funcionalidades que aporta la *blockchain* a las personas, pues, en definitiva, son estas las que provocan efectos jurídicos.

La doctrina se decanta por dos corrientes amplias de pensamiento en lo que respecta a la concepción de esta tecnología. Por una parte, existen aquellos que la entienden como una mera base de datos y, por otra, quienes la estudian como un programa capaz de codificar mediante lenguaje informático. De esta forma, han sido estudiadas las funcionalidades que aporta la *blockchain* desde esta última perspectiva, para así observar las cuestiones jurídicas que generan y la naturaleza y protección de las mismas.

Las tecnología de cadenas de bloques permite crear principalmente tres tipos diferentes de sistemas: públicos, privados y de consorcio. Como se ha tratado, las principales cuestiones jurídicas se generan en los entornos públicos, donde no existe una autoridad central que regule las transacciones de los usuarios y donde todos los nodos son iguales y no identificables.

En lugar de utilizar este tipo de sistemas, las partes pueden utilizar sistemas privados donde sí existan autoridades centrales y queden reflejadas las identidades de los contratantes, sin embargo, quienes se embarcan en plataformas como Bitcoin, encuentran una red que no respeta los derechos e intereses de los usuarios en virtud de la legislación vigente.

A la vista de todas estas cuestiones, se hace necesario que el legislador efectúe una labor de conceptualización de este tipo de sistemas, así como de observancia de las cuestiones jurídicas que generan para confeccionar una legislación específica que salvaguarde los derechos e intereses de las personas o, al menos, un reacondicionamiento de la legislación existente. Junto con ello, no debe caerse en la tentación de prohibir este tipo de sistemas, pues las tecnologías traen consigo importantes avances para la sociedad que deben fomentarse y regularse adecuadamente a fin de prosperar y garantizar el estado de bienestar y de derecho en el que nos encontramos.

Además existen, entre otras, importantes propuestas de la Unión Europea que pasan por la utilización de este tipo de sistemas, lo que acrecienta aún más la necesidad de dar respuesta a todas las cuestiones jurídicas planteadas en aras de garantizar todos los derechos que confluyen en estos sistemas.

Referencias


- AGGARWAL, Shubhani y Neeraj Kumar (2021). «Chapter fifteen - Blockchain 2.0: smart contracts». *Advances in Computers*, 121: 301-322. DOI: [10.1016/bs.adcom.2020.08.015](https://doi.org/10.1016/bs.adcom.2020.08.015)
- AMMOUS, Saifedean (2016). «Tecnología Blockchain: ¿Para qué sirve?». SRRN: 1-5. Disponible en <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2832751>.
- ARGELICH COMELLES, Cristina (2020). «Smart contracts o code is law: Soluciones legales para la robotización contractual». *InDret*: 1-41.
- CORREDOR, Jorge Armando y David Díaz (2018). «Blockchain y mercados financieros: aspectos generales del impacto regulatorio de la aplicación de la tecnología blockchain en los mercados de crédito de América Latina». *Derecho PUCP*, 81: 405-439.
- CENTENO, Rafael (2020). «Introducción a la blockchain, a los contratos inteligentes, y a la aplicabilidad del arbitraje a esta tecnología». *Anuario Venezolano de Arbitraje Nacional e Internacional*, 1: 483-500.
- COLOMO PALACIOS, Ricardo, Mary Sánchez Gordón y Daniel Arias Aranda (2020). «A critical review on blockchain assessment initiatives: A technology evolution viewpoint». *Journal of Software: evolution and process*, 32 (11): 1-11.
- DABBAGH, Mohammad, Mehdi Sookhak y Nader Sohrabi Safa (2019). «The evolution of blockchain: A bibliometric study». *IEEE Access*, 7: 19212-19221.
- DAVIDSON, Sinclair, Primavera De Filippi y Jason Potts (2016). «Economics of blockchain». SSRN: 1-23. DOI: [10.2139/ssrn.2744751](https://doi.org/10.2139/ssrn.2744751).
- DE BENITO, Rafael (2020). «¿Es más seguro volar con 'blockchain'?». *El País*, 23 de enero de 2020, disponible en <https://tipg.link/SPFp>.
- DROSATOS, George y Eleni Kaldoudi (2019). «Blockchain applications in the biomedical domain: A scoping review». *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 17: 229-240.
- EFANOV, Dmitry y Pavel Roschin (2018). «The all-pervasiveness of the blockchain technology». *Procedia Computer Science*, 123: 116-121.
- FETSYAK, Ihor (2020). «Contratos inteligentes: análisis jurídico desde el marco legal español». *Revista Electrónica de Derecho de la Universidad de la Rioja (REDUR)*, 18: 197-236.
- GÁMEZ, Camila y Jorge Armando Corredor (2023). «NFT (token no fungibles) y sus implicaciones en el mercado de valores». *Derecho PUCP*, 90: 523-564.
- GARCÍA MURILLO, José Guillermo (2016). «Elementos esenciales en la protección de los derechos "Arco"». *Letras Jurídicas: Revista Electrónica de Derecho*, 23.
- GHIRO, Lorenzo, Francesco Restuccia, Salvatore D'Oro, Stefano Basagni, Tommaso Melodia, Leonardo Maccari, y Renato Lo Cigno (2021). «What is a blockchain? A definition to clarify the role of the blockchain in the Internet of things». *arXiv: 2102.03750:1-20*. Disponible en [arXiv preprint arXiv:2102.03750](https://arxiv.org/abs/2102.03750)


- GONZÁLEZ-MENESES, Manuel (2017). «Blockchain: ¿el notario del futuro?». *Anales de la Academia Matritense del Notariado*, 57: 323-353.
- GONZÁLEZ MENDOZA, Diana Paola (2024). «El derecho a la protección de datos personales como límite a la transparencia administrativa en España». *Transregiones, Revista de estudios sociales y culturales*, 7: 13-36.
- HIERRO VIÉTEZ, Gonzalo (2021). «Introducción al blockchain, los contratos inteligentes y su relación con el arbitraje». *Thēmis-Revista de Derecho*, 79: 299-309.
- IBÁÑEZ JIMÉNEZ, Javier Wenceslao (2018). *Derecho de blockchain y de la tecnología de registros distribuidos*. Navarra: Aranzadi, 2018.
- JIMÉNEZ, María del Pilar y Ángel Espiniella (2021). «Nuevos escenarios del derecho internacional privado de la contratación». Madrid: Tirant Lo Blanch.
- JIMÉNEZ VALDERRAMA, Fernando (2024). «La entrega de datos personales como objeto del contrato de compraventa en el derecho colombiano». *Novum Jus*, 18 (1): 379-402.
- LANDERRECHE, Esteban y Marc Stevens (2018). «On immutability of blockchains». Proceedings of 1st ERCIM Blockchain workshop 2018. European Society for Socially Embedded Technologies (EUSSET): 1-8.
- LEGERÉN-MOLINA, Antonio (2019). «Retos jurídicos que plantea la tecnología de la cadena de bloques. Aspectos legales de blockchain». *Revista de Derecho Civil*, 6 (1): 177-237.
- LÓPEZ RODRÍGUEZ, Ana Mercedes (2021). «Ley aplicable a los smart contracts y lex cryptography». *Cuadernos de Derecho Transnacional*, 13 (1): 441-459.
- MENA, María Luisa (2021). «La regulación del blockchain: cuestionando la identidad entre el código y la ley». *Revista Aranzadi de Derecho y Nuevas Tecnologías*, 55: 254-284.
- MEUNIER, Sebastien (2018). «Blockchain 101: what is blockchain and how does this revolutionary technology work?». En Alastair, Marke. *Transforming climate finance and green investment with blockchains* (23-34). Academic Press. DOI: [10.1016/C2017-0-01389-7](https://doi.org/10.1016/C2017-0-01389-7)
- O'CALLAGHAN, Xavier (2008). *Compendio de derecho civil*. Tomo 2. Madrid: Ediciones Jurídicas DIJUSA.
- ORTEGA GIMÉNEZ, Alfonso (2019). «Smart contracts» y derecho internacional privado. Pamplona: Aranzadi.
- PACHECO, María Nieves (2019). «De la tecnología blockchain a la economía del token». *Derecho PUCP*, 83: 61-87.
- PADILLA SÁNCHEZ, Jorge Alberto (2020). «Blockchain y contratos inteligentes: Aproximación a sus problemáticas y retos jurídicos». *Revista de Derecho Privado*, 39: 175-201.
- POLANCO MEDINA, Joslay (2022). «Blockchain y elecciones: escenario actual y futuro». En Valpuesta Gastaminza, Eduardo y Juan Carlos Hernández Peña. *Blockchain: aspectos jurídicos de su utilización* (pp. 349-366). Madrid: Wolters Kluwer.

- PALOMINO MADUEÑO, Stephano Carlo (2021). «¿Contratos que se ejecutan solos?: los contratos legales inteligentes en el derecho civil». *Revista de Derecho y Tecnología*, 104: 139-155.
- PARDO PRADO, Silvia (2022). «Las repercusiones de blockchain en los derechos de los consumidores». En Romero Pradas, María Isabel. *Hacia una tutela efectiva de consumidores y usuarios* (pp. 153-160). Valencia: Tirant lo Blanch.
- PASTOR SEMPERE, Maria Del Carmen (2017). «Criptodivisas: ¿una disrupción jurídica en la eurozona?». *Revista de Estudios Europeos*, 70: 284-318.
- POPOVSKI, Lewis y George Soussou (2018). «A brief history of blockchain». *Legaltech News*: 431-437. Disponible en <https://pbwt2.gjassets.com/content/uploads/2018/05/010051804-Patterson2.pdf>
- PORXAS, Nuria y María Conejero (2018). «Tecnología blockchain: Funcionamiento, aplicaciones y retos jurídicos relacionados». *Actualidad Jurídica Uría Menéndez* 48: 24-36.
- PREUKSCHAT, Alex (2017). «Los fundamentos de la tecnología blockchain». En Preukschat, Alexander. *Blockchain: La revolución industrial de Internet* (23-30). Barcelona: Gestión 2000.
- PUIG, Alex (2018). «Identidad digital sobre “blockchain” a nivel nacional». *ICADE. Revista de la Facultad de Derecho*, 101: 1-5.
- QUIROZ RUIZ, Ana Isabel (2023). «Blockchain: un desafío legal». Tesis doctoral de la Universidad de Granada (España). (2023).
- RÍOS LÓPEZ, Yolanda (2021). «Blockchain, smart contracts y administración de justicia». *Blockchain Intelligence*, 12: 1-17.
- RUIZ RODRÍGUEZ, Raúl (2022). «Blockchain y derecho internacional privado». *Revista Electrónica de Estudios Internacionales (REEI)*, 43: 1-30.
- SALVADOR CODERCH, Pablo (2018). «Contratos inteligentes y derecho del contrato». *InDret. Revista para el Análisis del Derecho*, 3: 1-5.
- SAVELYEV, Alexander (2017). «Contract law 2.0: Smart contracts as the beginning of the end of classic contract law». *Information & Communications Technology Law*, 26 (2): 116-134.
- SÁNCHEZ ÁLVAREZ, Eduardo y Adrián García Pacios (2021). «Tecnología blockchain y contratación electrónica: puntos críticos de integración de los denominados smart contracts en nuestro sistema de derecho contractual». *CEFLegal. Revista Práctica de Derecho*, 246: 71-98.
- SANTAMARÍA RAMOS, Francisco José (2020). «El principio de responsabilidad proactiva: una oportunidad para un mejor cumplimiento de la normativa en materia de protección de datos de carácter personal en el ámbito latinoamericano». *Derecho PUCP*, 85: 139-174.
- SARMAH, Simanta Shekhar (2018). «Understanding blockchain technology». *Computer Science and Engineering*, 8 (2): 23-29.

- SERRA, Adela (2021). «Los smart contracts en el mercado financiero digital». *Revista de Derecho del Sistema Financiero*, 2: 129-166.
- TAPSCOTT, Don y Alex Tapscott (2017). *La revolución blockchain. Descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global*. Barcelona: Deusto.
- TASATANATTAKOOL, Pinyaphat y Chian Techapanupreeda (2018). «Blockchain: challenges and applications». International Conference on Information Networking (ICOIN): 473-475. DOI: [10.1109/ICOIN.2018.8343163](https://doi.org/10.1109/ICOIN.2018.8343163)
- TOURIÑO PENA, Alejandro (dir.), Cristina Villasante (coord.), (2022). *Blockchain y smart contracts*. Madrid: Francis Lefbvre.
- VALPUESTA GASTAMINZA, Eduardo (2022). «El blockchain en su laberinto: Blockchain públicas vs. Blockchain privadas, he ahí la cuestión». En E. Valpuesta Gastaminza y Juan Carlos Hernández Peña, *Blockchain: aspectos jurídicos de su utilización*. Madrid: Wolters Kluwer.
- VON HALLER GRONBAEK, Martin (2016). «Blockchain 2.0, smart contracts and challenges». *Computer and Law, SCL Magazine*, 1,: 1-5.
- VILALTA NICUESA, Aura Esther (2019). *Smart legal contracts y blockchain. La contratación inteligente a través de la tecnología blockchain*. Madrid: Wolters Kluwer.
- VOSS, W. Gregory (2021). «Data protection issues for smart contracts». En Corrales, Marcelo, Mark Fenwick y Stefan Wrбка (eds.). *Technological, Business and Legal Perspectives* (pp. 79-100). Oxford: Hart Publishing/Bloomsbury.
- WERBACH, Kevin y Nicolas Cornell (2017). «Contracts *ex machina*». *Duke Law Journal*, 67: 314-348.
- XU, Min, Xingtong Chen y Gang Kou (2019). «A systematic review of blockchain». *Financial Innovation*, 5 (1): 1-14.
- ZHANG, Rui, Rui Xue y Ling Liu (2019). «Security and privacy on blockchain». *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 52 (3): 1-34.
- ZHENG, Peilin, Zigui Jiang, Jiajing Wu y Zibin Zheng (2023). «Blockchain-based decentralized application: A survey». *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 4: 121-133.
- ZILE, Kaspars y Renāte Strazdiņa (2018). «Blockchain use cases and their feasibility». *Applied Computer Systems* 23 (1): 12-20.

Sobre los autores

JAVIER MARTÍNEZ BOADA es graduado en Derecho por la Universidad Camilo José Cela, Máster de Acceso a la Profesión de abogado por la Universidad Camilo José Cela, abogado colegiado en el ICAM (2021) e investigador en formación en ciencias jurídicas y económicas en la Universidad Camilo José Cela. Su correo electrónico es javier.martinez6@ucjc.edu.  <https://orcid.org/0009-0008-5482-4757>.

RICARDO JOSÉ REJAS MUSLERA es licenciado en Derecho por la Universidad Carlos III de Madrid, doctor por la Universidad de Alcalá. Es también colegiado ICAM (desde 2000), vicerrector de Calidad y Evaluación y secretario general de la Universidad Camilo José Cela. Su correo electrónico es rrejas@ucjc.edu.  <https://orcid.org/0000-0002-5553-5964>.

La *Revista Chilena de Derecho y Tecnología* es una publicación académica semestral del Centro de Estudios en Derecho, Tecnología y Sociedad de la Facultad de Derecho de la Universidad de Chile, que tiene por objeto difundir en la comunidad jurídica los elementos necesarios para analizar y comprender los alcances y efectos que el desarrollo tecnológico y cultural han producido en la sociedad, especialmente su impacto en la ciencia jurídica.

DIRECTOR

Daniel Álvarez Valenzuela
(dalvarez@derecho.uchile.cl)

SITIO WEB

rchdt.uchile.cl

CORREO ELECTRÓNICO

rchdt@derecho.uchile.cl

LICENCIA DE ESTE ARTÍCULO

Creative Commons Atribución Compartir Igual 4.0 Internacional



La edición de textos, el diseño editorial
y la conversión a formatos electrónicos de este artículo
estuvieron a cargo de Tipografía
(www.tipografica.io).