



**FACULTAD DE DERECHO**  
**MÁSTER EN INVESTIGACIÓN AVANZADA**  
**Y ESPECIALIZADA EN DERECHO**  
**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**IMPLICACIONES JURÍDICAS DEL USO DE  
BLOCKCHAIN EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA**

**AUTOR:**

Agustín Manuel Muñoz Carmona

**REALIZADO BAJO LA TUTELA DEL:**

Prof. Dr. Julián Valero Torrijos

**CONVOCATORIA: Julio de 2018**

## **RESUMEN**

La Administración pública se encuentra en un profundo proceso de modernización tecnológica del que constituyen fiel reflejo las reformas normativas producidas en los últimos años con el objetivo común de potenciar el uso de medios electrónicos en el sector público en orden a conseguir un funcionamiento más eficiente y transparente del mismo. No obstante lo anterior, en la práctica, son muchas las resistencias ofrecidas por las entidades públicas a abandonar el modelo tradicional de gestión existente, a lo que se ha añadido la inoperatividad de los medios electrónicos hasta ahora empleados para garantizar el cumplimiento estricto de las previsiones normativas que resultan de aplicación.

Así pues, resulta preciso valorar la posible implantación de otro tipo de herramientas que contribuyan a la efectiva modernización tecnológica de la Administración pública, siendo blockchain, por su carácter disruptivo e innovador, un recurso que deberá ser tenido en cuenta en el futuro inmediato dado el papel protagonista que puede asumir en la consecución de una verdadera Administración electrónica. Desde estas claves, el presente trabajo tiene por objeto abordar las implicaciones jurídicas relativas a la implantación de la tecnología blockchain en el ámbito de la Administración pública, analizándose su posible aplicación en ámbitos tan relevantes como el registral, el sanitario o el de la contratación pública.

## **PALABRAS CLAVE**

Blockchain, Administración pública, interoperabilidad, automatización.

## **ABSTRACT**

*Public Administration is currently in a deeply process of technological upgrading that is based on the legal reforms with the common aim of promoting the use of electronic means in the public sector in order to achieve a more efficient and transparent functioning. Notwithstanding the above, there are many resistances offered by public entities to give up the traditional existing model of management, to which has been added the inoperability of the electronic means hitherto used to guarantee strict compliance with the regulatory provisions.*

*Therefore, it is necessary to assess the possible implementation of other tools that contribute to the effective technological upgrading of Public Administration, being blockchain, due to its disruptive and innovative nature. In this sense, this resource should be taken into account because of the leading role that can be played in the pursuit of an authentic electronic Administration. For this reason, this paper deals with the legal*

*implications regarding the implementation of blockchain technology in the field of Public Administration, analyzing its possible application in areas such relevant as registration, health or public procurement.*

**KEYWORDS**

*Blockchain, Public Administration, interoperability, automation.*

## ÍNDICE

<b>ABREVIATURAS</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>II. LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN Y SUS PREMISAS CONCEPTUALES</b>	<b>3</b>
1. EL CONCEPTO DE BLOCKCHAIN	4
2. TIPOS DE REDES BLOCKCHAIN	7
3. ELEMENTOS CONFIGURADORES DEL BLOCKCHAIN	10
<i>3.1. Los nodos</i>	10
<i>3.2. Protocolo común: la necesaria búsqueda de consenso</i>	12
<i>3.3. La criptografía asimétrica</i>	13
4. EL FUNCIONAMIENTO DE LA RED BLOCKCHAIN	15
5. LAS CARACTERÍSTICAS DE BLOCKCHAIN	21
<i>5.1. Descentralización</i>	21
<i>5.2. Inmutabilidad</i>	22
<i>5.3. Transparencia y auditabilidad</i>	24
6. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN	26
<b>III. LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA: RETOS E IMPLEMENTACIÓN DE BLOCKCHAIN COMO SOLUCIÓN</b>	<b>32</b>
1. PRINCIPALES DISFUNCIONALIDADES DE QUE ADOLECE EL FUNCIONAMIENTO DEL SECTOR PÚBLICO	32
2. UN MODELO DE GESTIÓN DOCUMENTAL: LA IMPLEMENTACIÓN DEL BLOCKCHAIN COMO ALTERNATIVA	37
3. LA CONFIGURACIÓN DE LA CADENA DE BLOQUES EN EL SECTOR PÚBLICO	45
4. LA CONFIGURACIÓN DE LA RED BLOCKCHAIN EN EL MARCO DE LA UNIÓN EUROPEA	49
<b>IV. BLOCKCHAIN EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA: POSIBLES APLICACIONES</b>	<b>51</b>

1.	LOS REGISTROS PÚBLICOS	51
2.	BLOCKCHAIN EN EL ÁMBITO SANITARIO	57
	<i>2.1. La interoperabilidad en la Administración sanitaria: racionalización y automatización de los procedimientos</i>	59
	<i>2.2. El poder de disposición sobre la historia clínica</i>	61
3.	BLOCKCHAIN EN EL ÁMBITO DE LA CONTRATACIÓN PÚBLICA: TRANSPARENCIA Y EFICIENCIA FRENTE A LA CORRUPCIÓN	65
	<i>3.1. Planificación de proyectos</i>	68
	<i>3.2. La presentación de ofertas y la acreditación del cumplimiento de los requisitos fijados en los pliegos</i>	70
<b>V.</b>	<b>SMART CONTRACTS EN EL ÁMBITO DE LA CONTRATACIÓN PÚBLICA</b>	<b>73</b>
1.	CONCEPTO DE SMART CONTRACT	73
2.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS CONTRATOS INTELIGENTES	74
3.	APLICACIONES CONCRETAS DE LOS SMART CONTRACTS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTRATACIÓN PÚBLICA	78
<b>VI.</b>	<b>EL NUEVO MODELO DE GOBERNANZA BASADO EN BLOCKCHAIN</b>	<b>82</b>
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>84</b>
<b>VIII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>89</b>

## **ABREVIATURAS**

- LAP: Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.
- LCSP: Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- LPAC: Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- LRJSP: Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.
- RDFCS: Real Decreto 1207/2006, de 20 de octubre, por el que se regula la gestión del Fondo de cohesión sanitaria.
- RGPD: Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y de Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos).

## I. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, el funcionamiento electrónico de las distintas Administraciones públicas se ha caracterizado por un funcionamiento carente de toda coherencia interna como consecuencia de la falta de interoperabilidad entre los sujetos públicos, lo que ha provocado una merma continua de los derechos de los ciudadanos en sus relaciones con la Administración al verse obligados a la realización de trámites innecesarios por redundantes y a la aportación de documentación ya obrante en poder de las entidades públicas.

En este contexto, la demanda social de un funcionamiento más eficiente y transparente de la Administración pública ha supuesto la promulgación en los últimos meses de distintas normas con una clara incidencia en el proceso de modernización tecnológica que está aconteciendo en el sector público. Así pues, a título ilustrativo, cabe notar que han sido aprobadas en el año 2015 las nuevas leyes sobre procedimiento administrativo y régimen jurídico del sector público y ha sido objeto de reforma la legislación sobre reutilización de la información del sector público. Asimismo, gozan de gran relevancia la nueva normativa comunitaria en materia de protección de datos aprobada en 2016, cuyas previsiones ya se encuentran plenamente vigentes desde el pasado mes de mayo, y la reciente regulación legal sobre contratación del sector público cuya entrada en vigor se produjo el 9 de marzo de 2018.

Sin embargo, la vigencia de esta novedosa normativa legal, pese a los loables objetivos perseguidos, no favorece una verdadera transformación digital del sector público a partir de la innovación tecnológica por cuanto se ha mostrado claramente insuficiente para la consecución de un funcionamiento eficiente de la Administración pública a través de los medios electrónicos existentes, con la consiguiente demora que ello supone para una mejor garantía de los derechos de los administrados.

No obstante lo anterior, en los últimos tiempos han sido múltiples las referencias a experiencias relativas al uso del *big data*, la inteligencia artificial o las actuaciones automatizadas, ejemplos estos que, por el cambio de paradigma que llevan aparejado, suponen un importante desafío en relación a la adecuada salvaguarda de las garantías jurídicas.

Precisamente, en la búsqueda de una herramienta que contribuya de forma decisiva a la necesaria transformación digital del sector público, especial consideración merece la tecnología blockchain como medio para dotar de eficiencia,

transparencia y automatización a la actividad que realizan las entidades públicas, tanto a nivel interno como *ad extra* con otros sujetos públicos y privados.

Esta tecnología, cuya aplicación más conocida son las criptomonedas —especialmente Bitcoin—, goza de un destacado potencial disruptivo e innovador que puede suponer el salto cualitativo que el sector público requiere para disponer de una avanzada Administración electrónica. Prueba de ello es que su posible implantación se ha cristalizado en distintas iniciativas europeas<sup>1</sup>, estatales<sup>2</sup> y autonómicas<sup>3</sup> cuyo denominador común se encuentra en destacar la necesidad de que se analice y fomente el uso de blockchain en la Administración pública.

En definitiva, dado el destacado papel que la tecnología blockchain puede desempeñar en la consecución de una verdadera transformación digital del sector público, conviene analizar las distintas implicaciones jurídicas que la implantación de esta herramienta en la operativa de las Administraciones públicas puede llevar aparejadas, haciéndose especial referencia a su utilización en ámbitos de actividad concretos de los sujetos pertenecientes al sector público.

## II. LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN Y SUS PREMISAS CONCEPTUALES

Dado que, entre los objetivos que se plantea el presente trabajo, destaca el análisis de la posible implantación de la tecnología blockchain en el ámbito de

---

<sup>1</sup> Así, recientemente la Unión Europea ha impulsado una declaración —suscrita por 23 estados miembros— para la creación de un consorcio que fomente la utilización de la tecnología blockchain en el sector público. Puede accederse al texto de la declaración en el siguiente enlace: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-countries-join-blockchain-partnership> (última visita: 20/07/2018).

<sup>2</sup> Por ejemplo, la Proposición no de Ley sobre la introducción de tecnología Blockchain en la Administración Pública en España, en la que se hace referencia a los beneficios que pueden experimentar ámbitos como el de las concesiones administrativas y la contratación pública como consecuencia del recurso a esta tecnología.

Texto disponible en: [http://www.congreso.es/public\\_oficiales/L12/CONG/BOCG/D/BOCG-12-D-382.PDF#page=62](http://www.congreso.es/public_oficiales/L12/CONG/BOCG/D/BOCG-12-D-382.PDF#page=62) (última visita: 20/07/2018).

<sup>3</sup> A este respecto, cuenta con especial relevancia el Proyecto de Ley de Organización y Uso Estratégico de los Contratos Públicos de Aragón.

Puede consultarse el texto del Anteproyecto en el siguiente enlace: [http://www.obcp.es/index.php/mod.documentos/mem.descargar/fichero.documentos\\_AP\\_Lee\\_Uso\\_Estrategico\\_Contratacion\\_Publica\\_Aragon\\_2a595e28%232E%23pdf/chk.6e8cb59c64c3dc564f5aa453d095e0ef](http://www.obcp.es/index.php/mod.documentos/mem.descargar/fichero.documentos_AP_Lee_Uso_Estrategico_Contratacion_Publica_Aragon_2a595e28%232E%23pdf/chk.6e8cb59c64c3dc564f5aa453d095e0ef) (última visita: 20/07/2018).

actuación de la Administración pública, resulta fundamental realizar un análisis detallado de los caracteres que presenta dicha tecnología a los efectos de valorar las ventajas y beneficios que ofrece, así como la entidad de sus inconvenientes, para posteriormente determinar desde el punto de vista jurídico las principales implicaciones que la implantación de blockchain en la Administración pública puede suponer.

## 1. EL CONCEPTO DE BLOCKCHAIN

Uno de los principales problemas a que se enfrenta la doctrina que ha abordado el análisis de la tecnología blockchain es el de ofrecer un concepto de la misma que permita reflejar, por un lado, todos y cada uno de los elementos caracterizadores de la misma y, por otro, cuál es su potencial respecto de otras tecnologías con mayor implantación a nivel global. De este modo, dado que no existe un consenso entre los autores, analizaremos las distintas perspectivas desde las que se ha tratado de definir blockchain a los efectos de ofrecer un concepto amplio e integrador.

En primer lugar, conviene notar que son muchos los autores que tratan de definir la tecnología blockchain haciendo un paralelismo con el ámbito de la contabilidad<sup>4</sup>. Así pues, como señala PASTOR SEMPERE, «es un libro mayor distribuido (replicado miles o cientos de miles de veces) en el que la información sobre las transacciones de cualquier activo con valor se anota de forma secuencial en bloques para formar una cadena. Cada bloque de información de la cadena está referenciado al anterior, de manera que todos los eslabones guardan relación indirecta con el primero, y toda la cadena se replica en una red mundial de ordenadores, usando además mecanismos de seguridad criptográficos»<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> No en vano, como recuerda GÓRRIZ LÓPEZ, el blockchain se ha definido también «como un libro de contabilidad descentralizado y transparente, donde se registran todas las transacciones (la academia acostumbra a identificar la “cadena de bloques” con un libro de contabilidad (*ledger*) o una base de datos —de ahí que en la práctica también se la conozca como “tecnología de registro contable distribuida” (*Distributed Ledger Technology* o *DLT*) y “bases de datos compartidas—» [GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología Blockchain y contratos inteligentes”. Navas Navarro, S. (dir.). *Inteligencia artificial. Tecnología. Derecho*. Tirant lo Blanch. 2017. Valencia. Página 157].

<sup>5</sup> PASTOR SEMPERE, M.C. “Criptodivisas: ¿una nueva disrupción jurídica en la Eurozona?”. *Revista de Estudios Europeos*. Nº 70. Instituto de Estudios Europeos de la Universidad de Valladolid. 2017. Valladolid. Página 294.

En el mismo sentido, resulta especialmente ilustrativa la definición ofrecida por GONZÁLEZ-MENESES, que establece que se trata «de un registro de transacciones único pero llevado de forma

Por otro lado, algunos autores centran su atención en el potencial de la tecnología blockchain como un registro público permanente, seguro y completamente descentralizado de transacciones, hechos o procesos. En este sentido, conviene traer a colación la definición ofrecida por PREUKSCHAT, de acuerdo con la cual «una blockchain no es otra cosa que una base de datos que se halla distribuida entre diferentes participantes, protegida criptográficamente y organizada en bloques de transacciones relacionados entre sí matemáticamente»<sup>6</sup>.

A este respecto, es preciso poner de manifiesto que la tecnología blockchain resulta especialmente adecuada para almacenar de forma creciente datos ordenados cronológicamente sin que exista posibilidad alguna de modificación, manipulación o eliminación, motivo por el cual ha sido también definida como un registro cronológico de transacciones consensuado por todos sus usuarios<sup>7</sup>.

Asimismo, son múltiples las definiciones que realizan una enumeración detallada de los elementos configuradores de la tecnología basada en la cadena de

---

descentralizada o distribuida; un libro de contabilidad, un libro mayor, un *ledger* —en inglés—, que no lleva un 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» [GONZÁLEZ MENESES-GARCÍA-VALDECASAS, M. “*Enteder blockchain. Una introducción a la tecnología de registro distribuido*”. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2017. Versión electrónica].

También adopta este punto de vista KARP cuando afirma que «Blockchain es una contabilidad pública de persona a persona que se mantiene mediante una red distribuida de computadoras y que no requiere ninguna autoridad central ni terceras partes que actúen como intermediarios. Consta de tres componentes fundamentales: una transacción, un registro de transacciones y un sistema que verifica y almacena la transacción. Los bloques se generan a través de software de código abierto y registran la información sobre cuándo y en qué secuencia ha tenido lugar la transacción. Este “bloque” almacena cronológicamente información de todas las transacciones que tienen lugar en la cadena, de ahí el nombre de “cadena de bloques” o blockchain. Dicho de otro modo, una blockchain es una base de datos con información horaria estampada e inmutable de cada transacción que se replica en servidores de todo el mundo. Esta tecnología es la base de bitcoin, una moneda criptográfica» [KARP, N. “*Tecnología de cadena de bloques (blockchain): la última disrupción en el sistema financiero*”. 2015. Disponible en: [https://www.bbvarresearch.com/wp-content/uploads/2015/07/150714\\_US\\_EW\\_BlockchainTechnology\\_esp.pdf](https://www.bbvarresearch.com/wp-content/uploads/2015/07/150714_US_EW_BlockchainTechnology_esp.pdf) (última visita: 26/03/2018)].

Es un libro de contabilidad distribuido entre los nodos participantes en la red. Es decir, una base de datos distribuida que registra bloques de información los encadena (enlaza) a través de apuntadores hash (un comprobador temporal) que conectan el bloque actual con el anterior hasta llegar a la génesis [<http://enatic.org/transformacion-digital-blockchain/>] (última visita: 20/02/2018)].

<sup>6</sup> PREUKSCHAT, A. “Los fundamentos de la tecnología blockchain”. Preukschat, A. (coord.) *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Gestión 2000. Barcelona. 2017. Página 23.

<sup>7</sup> *Ibidem*. Página 219.

bloques y, sobre la base de éstos, explican cómo funciona un sistema sustentado por blockchain. En este sentido, podemos afirmar que esta tecnología «se basa en integrar ficheros informáticos, relacionados matricialmente por identificadores o códigos (por ejemplo, alfanuméricos), según combinaciones generadas con algoritmos, en múltiples ordenadores y de forma idéntica en todos. Lo cual, cuando un número suficiente de usuarios participa en el sistema, permite la perfecta, irreversible y sincrónica identificación del contenido incorporado a aquellos ficheros»<sup>8</sup>.

Por último, algunos autores ponen el foco de atención en las características más destacadas de la tecnología blockchain. Valga como ejemplo la definición ofrecida por GÓRRIZ LÓPEZ, que concluye que la cadena de bloques puede definirse «como una tecnología de la información, que opera a través de una red de ordenadores interconectados, caracterizada por su descentralización, apertura, transparencia, anonimato, seguridad y flexibilidad»<sup>9</sup>.

Como ha podido comprobarse, no existe un concepto uniforme de la tecnología blockchain, lo cual, si bien puede ser valorado como una circunstancia negativa para la difusión y expansión de la cultura sobre esta herramienta, no puede obviarse que ello no es sino la consecuencia necesaria del destacado potencial que ofrece por cuanto la cadena de bloques puede ser configurada de distintas formas en función de las necesidades e intereses concurrentes y, por consiguiente, los distintos tipos de redes existentes pueden suponer la variación o modulación de algunos de los caracteres de la tecnología blockchain propios del modelo originario.

Sin duda, esta amplitud conceptual y técnica permitirá la implantación de la tecnología blockchain en ámbitos tan sensibles como el de la Administración pública, en el que inexorablemente deberá efectuarse un análisis exhaustivo de la actividad en la que se quiere hacer uso de la cadena de bloques a los efectos de

---

<sup>8</sup> IBAÑEZ JIMÉNEZ, J. “Blockchain, ¿el nuevo notario?” 2016. Disponible en: [https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/14564/Blockchain\\_el\\_nuevo\\_notario.pdf?sequence=1](https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/14564/Blockchain_el_nuevo_notario.pdf?sequence=1) (última visita: 20/01/2018).

<sup>9</sup> GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Página 162.

En relación a esta definición, conviene señalar que se omite caracterizar a la cadena de bloques como abierta y pública —como hacen muchos autores—, dado que, si bien es ésta la regla general y se compadece con el diseño originario de la tecnología blockchain, como veremos en el siguiente apartado, existen distintos tipos de cadenas de bloques entre las que se encuentran, por ejemplo, aquellas de carácter privado y/o cerrado.

determinar cómo puede ser configurada para garantizar un adecuado respeto de los derechos e intereses concurrentes.

## 2. TIPOS DE REDES BLOCKCHAIN

A los problemas relativos a la dificultad para ofrecer un concepto adecuado sobre la tecnología blockchain se suma la existencia de distintos tipos de cadena de bloques. No obstante, las distintas alternativas que ofrece deben ser positivamente valoradas por cuanto permiten que pueda ser adaptada a un mayor número de ámbitos en el sector público, recurriendo a una tipología u otra en función de cuáles sean los intereses, públicos o privados, a los que se pretenda primar.

Así pues, de cara a considerar la posible implementación de la tecnología blockchain en un ámbito como el de la Administración pública, resulta fundamental conocer cuáles son las alternativas de que se dispone para que su utilización se adapte de manera adecuada a la normativa aplicable y a los principios rectores de los distintos sectores administrativos. De esta manera, atendiendo a la libertad de los nodos para integrarse en el sistema, las cadenas de bloques existentes pueden aglutinarse fundamentalmente en tres grandes grupos: públicas, privadas e híbridas o mixtas.

Comenzando por las redes públicas, estas pueden ser definidas, de acuerdo con PREUKSCHAT, como una «red descentralizada de ordenadores que utilizan un protocolo común asumido por todos los usuarios y que permite a éstos registrar transacciones en el libro mayor —*ledger*, en inglés— de la base de datos»<sup>10</sup>.

En una blockchain pública no existe un límite en cuanto al número de usuarios participantes que pueden descargar en su ordenador los programas necesarios y constituir un nodo que formará parte de la red descentralizada a partir de ese momento, así como participar en el proceso de consenso<sup>11</sup>. En este sentido, resulta recomendable que la cadena de bloques sea compartida por el mayor número de nodos posible a los efectos de que la base de datos sea más segura y menos vulnerable frente a fraudulentos intentos de modificación o alteración.

---

<sup>10</sup> PREUKSCHAT, A. “Los fundamentos de la tecnología blockchain”. Op. cit. Página 27.

<sup>11</sup> TUR FAÚNDEZ, C. “*Smart contracts: análisis jurídico*”. Editorial Reus. Madrid. 2018. Página 38.

En este tipo de redes, cualquiera puede intervenir como nodo y guardar una copia del registro. Cada nodo puede, o bien verificar y aceptar las transacciones y la información que va a ser almacenada en los bloques o bien simplemente pueden guardar una copia de todo lo que otros pueden estar realizando en la base de datos<sup>12</sup>.

No obstante lo anterior, el hecho de que las cadenas públicas sean compartidas de forma abierta entre todos los usuarios de la base de datos ha motivado la creación, por razones regulatorias o de confidencialidad, de las blockchains privadas, las cuales se caracterizan por permitir el acceso únicamente a aquellas personas o entidades invitadas o con derecho a participar que adquieren la condición de usuarios o registradores de las transacciones<sup>13</sup>.

Las redes privadas o permissionadas —*permissioined*, en inglés— son todas aquellas en las que el proceso de consulta, validación y participación están limitados a unos nodos determinados. Tanto los accesos a los datos de la cadena de bloques como el envío de transacciones para ser incluidas están limitadas a una lista predefinida de nodos o entidades<sup>14</sup>. Concretamente, únicamente los usuarios honestos tienen permitido validar transacciones y bloques.

Como afirma TUR FAÚNDEZ, en estas cadenas de bloques, «las autorizaciones para poder realizar transacciones o en su caso insertar programas ejecutables, son concedidas por organizaciones privadas, del mismo modo que serán estas las que determinarán a quién y en qué condiciones se le permitirá la lectura de las transacciones realizadas»<sup>15</sup>.

---

<sup>12</sup> LAWRENCE, A., SMALL, H y otros. “*Blockchains and Laws. Are they compatible?*”. Backer Mckenzie. 2017. Página 7. El trabajo se encuentra accesible en: [https://www.bakermckenzie.com/-/media/files/expertise/fig/br\\_fig\\_blockchainsandlaws\\_jul17.pdf?la=en](https://www.bakermckenzie.com/-/media/files/expertise/fig/br_fig_blockchainsandlaws_jul17.pdf?la=en) (última visita: 20/03/2018).

<sup>13</sup> PREUKSCHAT, A. “Los fundamentos de la tecnología blockchain”. Op. cit. Páginas 28 y ss.

<sup>14</sup> “Glosario Blockchain – 80 palabras que necesitas conocer”. <http://blockchainespana.com/glosario/> (última visita: 20/01/2018).

<sup>15</sup> TUR FAÚNDEZ, C. “*Smart contracts...*”. Op. cit. Página 40.

En este sentido, JIMÉNEZ IBÁÑEZ, «a diferencia de como sucede en todas las redes públicas de acceso ilimitado, existen en tales ecosistemas determinados sujetos llamados “validadores” o autorizadores, que conceden los permisos para operar o recobrar datos, otorgan las autorizaciones correspondientes, y controlan los sistemas de validación, de conformación, conformidad o verificación de datos en la red, entre otros procesos» (IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J. “*Blockchain: primeras cuestiones en el ordenamiento español*”. Dykinson. Madrid. 2018. Página 38).

A este último respecto, en el ámbito de la Administración pública, resultará necesario establecer los mecanismos para garantizar una adecuada, objetiva e imparcial elección de aquellos nodos en los que se vaya a poder confiar la carga de validar las transacciones que se efectúen y el acceso a la información contenida en la cadena de bloques deberá ser preceptivamente garantizado a los que legalmente tengan reconocido el derecho a tener copia de todo el registro, huyendo siempre de conceptos jurídicos indeterminados referidos a la “honestidad” de los nodos participantes en la red.

Así pues, inevitablemente habrá una «autoridad» o «entidad central» que mantenga la red privada y, al mismo tiempo, gestione los permisos de los participantes. De esta manera, se elimina la descentralización como elemento característico de la tecnología blockchain tal y como fue configurada originariamente, lo que necesariamente implica que, si la «autoridad central» no actúa de forma diligente o con sujeción al interés general, no se podrá garantizar la irreversibilidad e inmutabilidad de la base de datos en tanto en cuanto el administrador de la cadena de bloques es capaz de manipular retroactivamente la misma<sup>16</sup>.

Sin duda, para la Administración pública ello puede constituir un estancamiento en el paradigma actual de absoluto y hermético control por parte de los sujetos integrantes del sector público de todo cuanto acontece en su seno, por lo que las redes privadas deben representar una excepción, en la medida en que los intereses concurrentes lo permitan, a una deseable regla general de cadenas públicas que permitan colocar al ciudadano en una verdadera posición de protagonismo frente a la hegemonía actual de la Administración pública<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> YUNSEN, W., KOGAN, A. “*Designing privacy-preserving blockchain based accounting information systems*”. 2017. Página 5. El trabajo se encuentra accesible en: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2978281](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2978281) (última visita: 25/04/2018).

Al respecto, señala GÓRRIZ LÓPEZ que «a pesar de que no es el modelo teórico, la limitación del número de miembros facilita el consenso para poder modificar las reglas de funcionamiento y que los costes sean menores pues, aunque hay menos ordenadores que proporcionen la energía necesaria, precisa menos rutinas de mantenimiento y seguridad» (GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Página 160).

<sup>17</sup> No obstante, hay autores partidarios de que el funcionamiento de que la implantación de blockchain en la Administración pública debe efectuarse a través de la utilización de redes privadas o permissionadas, en las que no existen interferencias de los mecanismos de verificación de las transacciones basados en criptomonedas u otras recompensas simbólicas y que, por consiguiente, incentivan la especulación [ATZORI, M. Blockchain “*Technology and decentralized governance: Is*

Para mitigar los efectos de las blockchains privadas, conviene notar que están siendo creadas redes que tienen características intrínsecas de cada uno de los tipos principales de cadenas de bloques. En este sentido, mención especial merecen los esfuerzos desplegados por las entidades financieras, que, ante la amenaza que supone para su actividad la tecnología que sirve de sustento a las criptomonedas, están impulsando la creación de redes denominadas «federadas», «de consorcio» o «híbridas», las cuales no permiten que cualquier usuario pueda participar en el proceso de validación de las transacciones, sino que se restringe únicamente a los miembros de un determinado colectivo. En ellas, el derecho de acceso a los bloques puede ser público o restringirse a los nodos integrantes de la cadena<sup>18</sup>.

En definitiva, a la hora de valorar el importante potencial de la tecnología blockchain, no puede obviarse el amplio abanico de posibilidades que ofrece en función de los derechos que puedan verse conculcados, lo que en el ámbito de la Administración pública, dada la sensibilidad o especial vulnerabilidad de algunos de los sectores en los que desarrolla su actividad, permite valorar su implantación a nivel transversal garantizando la salvaguarda de todos los intereses en juego.

A este respecto, resulta preciso que, al igual que las entidades financieras, las Administraciones públicas adopten un papel protagonista en la búsqueda de alternativas basadas en blockchain que mejor se adapten a los distintos ámbitos en que se desarrolla su actividad a los efectos de poder efectuar una implantación adecuada y transversal de esta tecnología.

### 3. ELEMENTOS CONFIGURADORES DEL BLOCKCHAIN

Ante la ausencia de una definición única y completa de la tecnología blockchain que permita integrar todas y cada una de las características y elementos configuradores de la misma y en orden a alcanzar una concepción lo más exacta y fidedigna posible de esta tecnología, resulta preciso conocer los elementos de que se compone por cuanto los mismos constituyen la idiosincrasia propia de la tecnología objeto de análisis.

#### 3.1. Los nodos

---

*the State still necessary?*” 2015. Página 19. El trabajo se encuentra accesible en: <https://ssrn.com/abstract=2709713> (última visita: 25/06/2018)].

<sup>18</sup> TUR FÁUNDEZ, C. “*Smart contracts...*”. Op. cit. Página 39.

En primer lugar, podemos afirmar que la base de datos que la cadena de bloques constituye se construye a partir de una red global de usuarios, llamados nodos. En relación a este concepto, como señala TUR FÁUNDEZ, «el término nodo se refiere a cualquier ordenador que, previa descarga y ejecución en el mismo de uno o varios programas se convierte en parte integrante de la red descentralizada de la cadena de bloques e inmediatamente pasa a conservar una réplica exacta de todos los registros integrantes de la misma»<sup>19</sup>.

De este modo, la información se encuentra distribuida entre los nodos puesto que cada uno de ellos dispone de una copia de todo el registro, lo que permite que los usuarios puedan desempeñar el papel que tienen atribuido en la red y que básicamente se focaliza en validar y almacenar la misma información registrada en la red<sup>20</sup> y, al mismo tiempo, en la posibilidad de realizar transacciones.

En relación a los nodos, conviene notar que la cadena de bloques aparece configurada como una red entre pares o P2P —*Peer-to-Peer* en inglés— que puede ser definida como aquella red de ordenadores que se comportan como iguales entre sí y actúan simultáneamente como clientes y servidores respecto a los demás nodos de la red<sup>21</sup>. En las blockchains públicas, todos los ordenadores conectados en la red la controlan puesto que no existe una jerarquía entre ellos<sup>22</sup>.

Así pues, encontrándose la copia del registro distribuida, en el ámbito de la Administración pública se consigue que la información se encuentre localizada en cada uno de los nodos intervinientes en la red, lo que reduce considerablemente el riesgo actualmente existente de que la caída del sistema empleado por la entidad pública pueda suponer la pérdida de información obrante en su poder.

A mayor abundamiento, la posibilidad de que cada entidad pública acceda a la información manejada por el resto de Administraciones permite y fomenta la interoperabilidad entre los sujetos públicos. En cambio, desde la perspectiva del administrado, si bien lo antedicho ya le reporta destacados beneficios por cuanto ello le evita la realización de trámites innecesarios, la disponibilidad de una copia exacta

---

<sup>19</sup> *Ibidem*. Página 33.

<sup>20</sup> PREUKSCHAT, A. “Los fundamentos de la tecnología blockchain”. *Op. cit.* Página 26.

<sup>21</sup> “Glosario Blockchain – 80 palabras que necesitas conocer”. <http://blockchainespana.com/glosario/>

<sup>22</sup> Dicha jerarquía sí puede existir en una blockchain privada (PREUKSCHAT, A. “Los fundamentos de la tecnología blockchain”. *Op. cit.* Página 26).

del registro de datos de los sujetos públicos le facilita el control de la actividad realizada por éstos y su estricto sometimiento a la normativa aplicable.

En definitiva, gracias a blockchain, la información no se encuentra localizada en un registro de datos opaco y controlado por la autoridad o entidad responsable del mismo, sino que todos los participantes en la red disponen de una copia exacta del referido registro de datos a efectos de que puedan conocer las transacciones que se efectúan, lo que dota de transparencia y seguridad al sistema y fomenta un comportamiento diligente de los intervinientes en la red.

### *3.2. Protocolo común: la necesaria búsqueda de consenso*

Para que los nodos puedan desarrollar la función o funciones que tengan atribuidas de forma adecuada, es preciso que los mismos estén conectados y puedan interrelacionarse, objetivo que se consigue utilizando un único e idéntico canal de comunicación, el cual vendría representado por un protocolo estándar en forma de software informático. Así, de acuerdo con GÓRRIZ LÓPEZ, «para que la cadena de bloques pueda funcionar es necesario que exista una red de ordenadores conectados que analice y valide las transacciones y que todos ellos estén de acuerdo en utilizar los mismos protocolos»<sup>23</sup>.

Precisamente esa necesidad de que exista un acuerdo entre los nodos responde a que son fundamentales las cuestiones que dependen de dicho consenso<sup>24</sup>. Efectivamente, no se precisa la existencia de dicho consenso entre los nodos únicamente en relación a la adopción de un mismo protocolo, sino que también es

---

<sup>23</sup> GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Página 159.

Como señala PREUKSCHAT, todas las blockchains han de actuar bajo las mismas reglas o protocolo para dar validez al bloque —y a la información recogida— (PREUKSCHAT, A. “Los fundamentos de la tecnología blockchain”. Op. cit. Página 25).

<sup>24</sup> El consenso significa que los participantes en una red confían en que sus registros sean exactos y coherentes. Sin un medio robusto para garantizar el consenso, cualquier participante de Bitcoin podría, por ejemplo, gastar los mismos Bitcoins varias veces —conocido como el problema del doble gasto—, o reclamar que tenía más dinero del que realmente tenía. El problema con la mayoría de los enfoques de consenso en sistemas digitales es que es fácil crear una cantidad casi infinita de nodos de red falsos. Incluso si la mayoría de los usuarios reales son honestos, un atacante puede crear los suficientes nodos para dominar la red e imponer su propio consenso falso en el sistema. Este desafío es bien conocido en la criptografía y se conoce como el problema de los generales bizantinos (WERBACH, K. “Trust, but verify: why the blockchain needs the law”. *Berkeley Technology Law Journal*. 2018. Página 12).

requerido en relación a la validación y registro en la cadena de bloques de las transacciones que se efectúen<sup>25</sup>.

Así pues, el concepto de consenso, inherente a la propia idiosincrasia de la tecnología blockchain, requiere de un importante esfuerzo y capacidad negociadora por parte de los sujetos intervinientes, lo que resulta harto complicado en ámbitos como el de la Administración pública, que aglutina a una ingente cantidad de entidades y no todas ellas guiadas, desafortunadamente, por los mismos intereses debido, principalmente, al sesgo político de las autoridades que se encuentran al frente de las Administraciones públicas.

No se trata esta de una cuestión baladí si tenemos en cuenta que uno de los principales obstáculos a los que se enfrenta la denominada «Administración electrónica» es la falta de interoperabilidad entre los sujetos integrantes del sector público precisamente como consecuencia de la ausencia de consenso en cuanto a los sistemas o programas informáticos a utilizar para el desarrollo de su funcionamiento a través de plataformas electrónicas. No obstante, deberán removerse estos obstáculos por cuanto la implantación de blockchain en el sector público requerirá un acuerdo unánime que permita la utilización de un protocolo común que contribuya a la interoperabilidad y a la automatización de las relaciones tanto interadministrativas como de la Administración pública *ad extra*.

Asimismo, como anteriormente hemos puesto de manifiesto, dado que la validación y registro de las transacciones requiere la concurrencia de la mayoría de los nodos de la red, resultará preciso articular soluciones por parte de las entidades del sector público para que su actividad no quede paralizada como consecuencia de la falta de interés de los participantes y, en el caso de las cadenas de bloques con acceso restringido, establecer criterios objetivos para determinar qué nodos asumen las funciones de validación de las transacciones.

### 3.3. La criptografía asimétrica

---

<sup>25</sup> Así, como determina GÓRRIZ LÓPEZ, «el consenso se produce en diversos momentos: al adherirse al sistema, aceptando los protocolos y la encriptación, así como al reconocer la solución al algoritmo que permite añadir un nuevo eslabón a la cadena» (GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y...”. Op. cit. Página 159).

El registro de las transacciones que se producen en la red blockchain se realiza a través de la criptografía, la cual puede ser definida, siguiendo a PREUKSCHAT, como aquel procedimiento que, utilizando un algoritmo con clave —clave de cifrado—, transforma un mensaje sin atender a su estructura lingüística o significado, de tal forma que sea incomprensible o, al menos, difícil de comprender, a toda persona que no tenga la clave secreta —clave de descifrado— del algoritmo empleado. En el contexto de una red blockchain, la criptografía tiene la responsabilidad de proveer un mecanismo infalible para la codificación segura de las reglas de protocolo que rigen el sistema y de generar firmas e identidades digitales encriptadas y, asimismo, resulta fundamental para evitar la manipulación, hurto o introducción errónea de información en la cadena de bloques<sup>26</sup>.

El tipo de criptografía empleada por la tecnología blockchain es la asimétrica. La criptografía asimétrica utiliza dos claves, una pública y otra privada, ambas creadas y vinculadas entre sí mediante una función especial. Esas funciones calculan la clave pública a partir de una clave original —clave privada— que se genera de forma aleatoria<sup>27</sup>.

De este modo, cada uno de los usuarios de la cadena de bloques cuenta con dos claves asociadas matemáticamente: una clave pública que se retransmite y distribuye por toda la red y mediante la cual se cifran las transacciones y se identifica a un miembro frente al resto de la red<sup>28</sup> y otra privada de la que deriva conforme a la cual se procede a la descifricación de los datos<sup>29</sup> y que posibilita la firma para la realización de transacciones en la red<sup>30</sup>.

---

<sup>26</sup> PREUKSCHAT, A. “Los fundamentos de la tecnología blockchain”. Op. cit. Página 26.

<sup>27</sup> NÚÑEZ MILLER, J. “Criptografía y consenso aplicado a la blockchain”. Preukschat, A. (coord.) *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Gestión 2000. Barcelona. 2017. Página 209.

<sup>28</sup> De acuerdo con FINK, las claves públicas son una cadena de letras y números que permite la identificación pseudónima de una persona física o jurídica para fines transaccionales o de comunicación [FINK, M. “Blockchains and Data Protection in the European Union”. *Max Planck Institute for Innovation and Competition*. Oxford. 2017. Página 12. El trabajo se encuentra accesible en: <https://ssrn.com/abstract=3080322> o <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3080322> (última visita: 20/05/2018)].

<sup>29</sup> Cuando los datos están encriptados, en principio, únicamente un usuario en posesión de la clave privada puede descifrar los documentos. En blockchain, la criptografía asimétrica se utiliza como un medio para generar firmas digitales. El cifrado es una función bidireccional, lo que significa que con la clave criptográfica correcta, los datos previamente encriptados pueden ser ‘desbloqueados’ y revertidos a su estado original. Esta técnica de seguridad representa datos ininteligibles para personas sin acceso (Ibidem. Página 5).

<sup>30</sup> IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J. “Blockchain: primeras...”. Op. cit. Página 27.

En definitiva, de los elementos característicos de la blockchain cabe concluir que un funcionamiento adecuado de una cadena de bloques requiere la participación de un importante número de nodos que se comuniquen como iguales a través de un protocolo estándar que permite que se lleve a cabo la validación y registro de información en la cadena de bloques a través de la criptografía.

Extrapolando a la Administración pública la necesaria concurrencia de estos elementos configuradores de la tecnología blockchain, se plantean diferentes problemas en relación especialmente a la necesidad de fomentar la consecución de un consenso entre todos los sujetos implicados en las relaciones administrativas —especialmente entre los sujetos pertenecientes a las distintas entidades del sector público— y, asimismo, de incentivar la participación de la ciudadanía como elementos indispensables de un sistema basado en blockchain.

Sin duda, como más adelante se expondrá, ello puede suponer que la Administración pública, en un intento de que el sistema siga funcionando adecuadamente, pero aprovechándose del destacado potencial de la tecnología blockchain, acuda a las redes privadas o permissionadas a los efectos de controlar el proceso de validación y registro de la información, lo que inexorablemente supondrá renunciar al carácter descentralizado y no jerárquico de las cadenas de bloques públicas.

#### 4. EL FUNCIONAMIENTO DE LA RED BLOCKCHAIN

La tecnología blockchain es denominada de este modo porque cada bloque está vinculado al anterior. Cada bloque subsiguiente obtiene un hash —huella temporal<sup>31</sup>— del bloque anterior, lo que dificulta cualquier manipulación de la base

---

<sup>31</sup> Un hash es, como señala GÓNZÁLEZ-MENESES, «un algoritmo matemático que, aplicado sobre un archivo o ítem digital cualquiera, da como resultado una determinada secuencia de aproximadamente unos treinta caracteres alfanuméricos (letras y números). En realidad, esta secuencia es un número, que se suele expresar en numeración no decimal sino hexadecimal, es decir, empleando esos dieciséis dígitos que son los números del 0 al 9 y las primeras seis letras del alfabeto latino (de la a a la f).

Ese algoritmo tiene la maravillosa propiedad de que siempre se aplica sobre el mismo archivo del hash resultante es el mismo, y hasta con la alteración de un solo bit de archivo en cuestión para que el hash resultante sea completamente diferente. Una segunda e importantísima propiedad del algoritmo es su carácter unidireccional, es decir, que no es reversible, o lo que es lo mismo, partiendo del hash no es posible reconstruir el archivo original» (GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M. “*Enteder blockchain...*”. Op. cit. Versión electrónica).

de datos mediante la creación de una copia con otra versión de las transacciones efectivamente realizadas<sup>32</sup>.

De acuerdo con la explicación de GÓRRIZ LÓPEZ, cuando se desea realizar una transacción, el sistema crea un «dato» respecto de su objeto, concebido como un bloque digital —original—. Cuando se completa la operación, la información se plasma en un bloque más pequeño que se ubica en el inicial. Cada sucesivo intercambio genera otro bloque que se ubica nuevamente en el primero, se vincula al de la transacción anterior del que debe provenir y lo desplaza en la cadena, convirtiéndose en el último. Y así sucesivamente<sup>33</sup>.

La clave del funcionamiento de la tecnología blockchain y, más concretamente, el proceso de autenticación de las transacciones, reside en la criptografía asimétrica. Como hemos explicado anteriormente, cada usuario dispone de dos claves que se encuentran relacionadas matemáticamente: una clave pública que sirve para identificar al usuario en la red y que es conocida por todos los nodos de la cadena, y una privada que, siendo exclusivamente conocida por el usuario, se utiliza para efectuar las transacciones de información emitidas por el mismo<sup>34</sup>. Como se ha

---

<sup>32</sup> De forma resumida, podemos afirmar que el blockchain es esencialmente eso: una cadena de bloques. Un bloque contiene los datos de todas las transacciones dentro de un período de tiempo y una referencia al bloque anterior. La criptografía que se usa para crear un bloque difiere en función del protocolo de cadena de bloques que se use, pero esencialmente uno puede atravesar toda la cadena de bloques y encontrar cada transacción que se haya realizado, hasta el primero, el llamado “bloque génesis”. Los algoritmos hash se utilizan para garantizar que todos los bloques estén bien formados y no se manipulen, y así la cadena de bloques se mantiene segura y virtualmente indestructible. El blockchain no es sostenido desde un único servidor, sino que se ejecuta en una amplia red de ordenadores como un libro mayor distribuido. Todos los participantes de la red tienen todos los datos en la cadena de bloques y todos trabajan juntos para expandirlo. Estos ordenadores suelen ser denominados mineros. Dependiendo del protocolo de la cadena de bloques, estos competirán para formar nuevos bloques que luego se agregarán a la cadena de bloques cuando se seleccionen mediante esquemas de consenso. [BECK, R., STENUM CZEPLUCH, J., NICOLAJ, L. SIMON, M. “Blockchain – the Gateway to trust-free cryptographic transactions”. *Twenty-Forth European Conference on Information Systems (ECIS)*. Turquía. 2016. Página 4. El trabajo se encuentra accesible en: [http://aisel.aisnet.org/ecis2016\\_rp/153/](http://aisel.aisnet.org/ecis2016_rp/153/) (última visita: 20/02/2018)].

<sup>33</sup> GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y...”. Op. cit. Página 156.

<sup>34</sup> Como afirma GONZÁLEZ-MENESES, «existiendo un repositorio o registro de claves públicas accesible por todos y de confianza, el destinatario de un mensaje cifrado sabe que, si ése se hace legible aplicando una determina clave pública, esto significa que ese mensaje ha sido cifrado precisamente con la clave privada correlativa del sujeto titular de dicha clave pública y, por tanto, que el mensaje en cuestión procede de esa persona» (GONZÁLEZ MENESES-GARCÍA-VALDECASAS, M. “*Enteder blockchain...*”. Op. cit. Versión electrónica).

En relación a esta clave privada, es preciso poner de manifiesto su gran importancia por cuanto la seguridad de los activos objeto de las transacciones depende de una adecuada protección de la clave privada. Así pues, si la clave privada es perdida o robada, ningún tercero podrá recuperarla. En

señalado, una vez realizada la transacción por el usuario, «la red y el resto de usuarios, usando la llave pública del emisor, pueden obtener una prueba matemática de que la transacción fue efectivamente firmada por ese usuario y por nadie más, puesto que nadie más tiene su llave privada»<sup>35</sup>.

Así pues, efectuada la transacción y comunicada a la red, para que la misma pueda acceder a la cadena de bloques debe ser validada por el resto de nodos —o, al menos, por la mayoría—, los cuales deben proceder con su actuación a la creación de un nuevo bloque. La creación de nuevos bloques se efectúa por los «mineros», concepto empleado para referirse a los nodos que participan activamente en el proceso de registro de datos en la cadena de bloques a cambio, de acuerdo con el modelo teórico de la tecnología blockchain, de una recompensa económica<sup>36</sup>.

En relación al concepto de recompensa económica, conviene notar que en el ámbito de la Administración pública resulta harto complicado de articular por cuanto supondría efectuar ingentes expensas económicas en detrimento del erario público a los efectos de garantizar el funcionamiento de la actividad del sector público; gasto plenamente justificado, pero inasumible. De esta manera, resultará fundamental a la hora de valorar la implantación de blockchain en el sector público el modo de articular la validación y registro de la información sin que el funcionamiento del sistema se encuentre supeditado a la obtención por los «mineros» de un beneficio económico.

Salvando este escollo, es preciso señalar que entre los procesos seguidos para conseguir un consenso entre los nodos y, de esta manera, asegurar que las transacciones se almacenan en la cadena de bloques de forma ordenada y segura, esto

---

consecuencia, todos los activos que esta persona posee en la cadena de bloques podrán desaparecer — como ha ocurrido ya con millones de bitcoins—. Las consecuencias pueden ser más devastadoras que el robo de identidad fuera del mundo de la blockchain, por cuanto aquí no existen autoridades centrales que aseguran transacciones, controlan riesgos, detectan posibles actividades fraudulentas y ayudan a controlar riesgos (EFANOV, D. y ROSCHIN, P. “The all-pervasiveness of the blockchain technology”. *Promedia Computer Science*. 2018. Página 119).

<sup>35</sup> BEL ROIG, J., DOLADER RETAMAL, C. y MUÑOZ TAPIA, J.L. “La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas”. *Economía industrial*. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Nº 405. 2017. Página 36.

En este mismo sentido, señala IBÁÑEZ JIMÉNEZ que «la clave pública identifica a un miembro de la comunidad frente a otros usuarios, permitiéndoles a todos verificar su firma, y de paso, conocer la procedencia de los envíos de datos en la red» (IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J. “*Blockchain: primeras...*”. Op. cit. Página 27).

<sup>36</sup> *Ibidem*. Página 34.

es, para que un bloque sea aceptado, destaca un proceso abierto, competitivo y transparente denominado prueba de trabajo —*proof-of-work* o *PoW*, en inglés— que «consiste en encontrar un parámetro —nonce— que consiga que al hacer el hash sobre todo el bloque —incluido el nonce— se obtenga un valor inferior a la dificultad actual establecida por la red»<sup>37</sup>.

El problema reside en que la resolución de este «acertijo» debe realizarse a través de un proceso de ensayo y error consistente en probar valores del parámetro nonce hasta hallar uno válido, motivo por el cual se trata de un proceso computacionalmente costoso. El incentivo de los nodos para convertirse en mineros y participar en el arduo proceso de creación de bloques reside en la recompensa económica que reciben a cambio. Por ejemplo, en el sistema que sustenta Bitcoin se incentiva la validación de las transacciones y la creación de bloques mediante el pago con este tipo de criptomonedas<sup>38</sup>. No obstante, el hecho de que esta forma de validación y registro de la información en la cadena de bloques comporte un importante gasto en recursos informáticos y energía eléctrica y, por consiguiente, que su coste operacional sea tan elevado, ha generado la necesidad de buscar soluciones alternativas.

En este sentido, cabe destacar que va adquiriendo cierta relevancia la prueba de participación —*proof-of-stake* o *PoS*, en inglés—, protocolo en el que la creación de bloques se realizará con mayor frecuencia por aquellos nodos con mayor participación en la red —mayor «valor»<sup>39</sup>—, puesto que el protocolo asigna una probabilidad de crear bloques proporcional a la participación o «valor» del nodo en la cadena<sup>40</sup>.

A diferencia de la prueba de trabajo, la creación de bloques no requiere de una elevada potencia de computación, lo que reduce considerablemente los costes que

---

<sup>37</sup> *Ibíd.* Página 34.

<sup>38</sup> Como recuerda GONZÁLEZ-MENESES, cada vez que se cierra un bloque y se añade a la cadena, éste se incorpora con una primera transacción que el propio sistema abona precisamente al nodo que ha conseguido cerrar ese bloque. Por ello, señala que «a estos usuarios que actúan como nodos se les llama “mineros” de Bitcoin, porque ellos, como beneficiarios de esas transacciones, son los que generan e introducen los nuevos bitcoins que van incrementando la masa dineraria en circulación, como si extrajesen el metal precioso de una mina» (GONZÁLEZ MENESES-GARCÍA-VALDECASAS, M. “*Enteder blockchain...*”. *Op. cit.* Versión electrónica).

<sup>39</sup> En el caso de la red Ethereum, aquellos nodos que dispongan de más cantidad de criptomonedas.

<sup>40</sup> BEL ROIG, J., DOLADER RETAMAL, C. y MUÑOZ TAPIA, J.L. “La blockchain: fundamentos...”. *Op. cit.* Página 37.

deben afrontar los mineros. Ahora bien, se señala como principal desventaja la posibilidad de que el sistema pierda su carácter descentralizado por cuanto la validación de los bloques sería efectuada única y exclusivamente —o, al menos, mayoritariamente— por aquellos nodos que cuentan con mayor «poder» en el sistema<sup>41</sup>.

En este último sentido, si bien no puede desconocerse la existencia del riesgo señalado, ello puede servir como incentivo para la participación de los usuarios en el mantenimiento del funcionamiento de la Administración pública si el «valor» que se les asigna tiene como origen la reputación que lleva aparejada la identidad de un nodo en la cadena de bloques como consecuencia de su histórico de actuaciones, lo que, a su vez, le permitirá ser tenido en cuenta positivamente, por ejemplo, en los procedimientos de concurrencia competitiva.

Además de los señalados anteriormente, están apareciendo protocolos de consenso alternativos que tienen como objetivo hacer desaparecer las trabas y costes asociados a los mecanismos más populares para incorporar bloques a la cadena. A este respecto, conviene señalar que la adecuada elección del protocolo de consenso es una cuestión puramente técnica que debe ser resuelta para que la tecnología blockchain pueda ser implantada con la participación en igualdad de condiciones del mayor número de nodos, evitando los problemas asociados a cada uno de los protocolos existentes.

Con independencia del protocolo de consenso empleado, una vez que la transacción recibida por el sistema es validada por la mayoría de los nodos, se agrupa con el resto de nuevas operaciones recibidas y validadas en un determinado lapso temporal, formándose un bloque con las mismas. De este modo, cada nuevo bloque de la cadena está integrado por el texto de todas las transacciones que se incluyen en él y, asimismo, como primer componente, por el hash del bloque inmediatamente anterior al que se encuentra vinculado. Al mismo tiempo, de este nuevo bloque integrado tanto por el bloque anterior como por las nuevas transacciones recibidas y

---

<sup>41</sup> *Ibidem*. Página 37.

Algunos protocolos basados en la prueba de participación tienen previstas penalizaciones para los atacantes en la cadena de bloques. Un ejemplo de esto es el “*Buterin Casper’s Protocol*” conforme al cual un nodo malicioso puede perder todas sus monedas si ataca la red. Otra forma de penalizar a un atacante por realizar una acción fraudulenta contra la red consiste en depreciar las monedas que éste posee. Para más información sobre este protocolo: <https://blog.ethereum.org/2015/08/01/introducing-casper-friendly-ghost/> (última visita: 20/01/2018).

validadas se calcula su propio hash que constituirá el primer elemento del siguiente bloque que se genere y así sucesivamente<sup>42</sup>.

Asimismo, cabe plantearse qué incentivo podrá ofrecerse por la Administración pública para que se produzca la validación y registro de información en la cadena de bloques para la tramitación de los procedimientos administrativos en los que, mayoritariamente, únicamente tendrán interés en su sustanciación los que ostenten la condición de interesado de conformidad con el artículo 4 de la LPAC.

Piénsese, por ejemplo, en aquellos casos en que se está sustanciando un procedimiento sancionador o que puede suponer la generación de efectos perniciosos o gravosos para el interesado, en el que ni siquiera a éste último interesa la rápida tramitación del expediente para tratar de que el mismo caduque cuando concurren los presupuestos legalmente exigidos. En este tipo de supuestos, cabe plantearse cómo se conseguirá que la mayoría de los nodos procedan a la validación de la información que se pretende registrar en la blockchain sin la obtención de beneficio económico alguno<sup>43</sup>.

De esta manera, dada la ingente cantidad de información generada por la Administración pública como consecuencia de su funcionamiento, harto complicado resultará que la validación no sujeta a recompensa alguna se vaya a producir por nodos que ningún interés ostentan —más allá de los suyos particulares— en que de forma genérica se mantenga actualizada la cadena de bloques. De este modo, como ya se ha puesto de manifiesto anteriormente, resultará necesario articular la implantación de la tecnología blockchain en la Administración pública utilizando un protocolo de consenso que no requiera que el proceso de validación y registro de las transacciones que se realicen se encuentre subordinado a la obtención de un beneficio económico por los «mineros».

---

<sup>42</sup> GONZÁLEZ MENESES-GARCÍA-VALDECASAS, M. “*Enteder blockchain....*”. Op. cit. Versión electrónica.

<sup>43</sup> Precisamente por mantener alejada a la Administración pública de cualquier práctica que no solo no sea asumible económicamente por el erario público, sino que impida la creación de un peligroso escenario especulativo, algunos autores abogan por la implantación la tecnología blockchain en el sector público a través de redes privadas en las que, al existir un menor número de nodos y encontrarse prefijado quién asume el papel de proceder a la validación y registro de las transacciones, no es necesario llevar a cabo tarea alguna de minería ni validaciones basadas en pruebas de trabajo computacionalmente costosas y la propagación de datos es mucho más rápida que las cadenas públicas de bloques (ATZORI, M. Blockchain “*Technology and decentralized governance...*”. Op. cit. Páginas 19 y 20).

En definitiva, lo hasta aquí explicado recoge de forma somera el funcionamiento de la tecnología blockchain, el cual convierte a la cadena de bloques en un sistema disruptivo y cuyos caracteres pueden servir para revolucionar el modo en que se efectúan transacciones entre personas y entidades, tanto públicas como privadas.

## 5. LAS CARACTERÍSTICAS DE BLOCKCHAIN

La conjugación de cada uno de los elementos configuradores de la tecnología blockchain, así como el modo en que opera, permiten inferir cuáles son las características que constituyen la idiosincrasia de la cadena de bloques y que dotan a esta herramienta del carácter disruptivo que la hace merecedora de que su potencial implantación en la Administración pública sea objeto de consideración.

### 5.1. *Descentralización*

En primer lugar, conviene hacer referencia a una de las características que de forma manifiesta ha contribuido a que la tecnología blockchain reciba los calificativos de disruptiva y revolucionaria. Dicha característica es la referida a la descentralización de la red, que implica que sea innecesaria la existencia de una autoridad central o de control —por ejemplo, una Administración pública o una entidad financiera— que supervise y verifique cada uno de los registros de información que se llevan a cabo entre los nodos participantes de la cadena de bloques<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> En este sentido, señala GÓRRIZ LÓPEZ que «la ausencia de un tercero de confianza potencia la libertad y autonomía de los participantes, lo cual tiene un significado especial cuando la autoridad central se muestra excesivamente arbitraria, abusa de su poder o practica una política errática» (GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Página 170).

En este mismo sentido, PASTOR SEMPERE afirma que «la descentralización del registro de los activos con valor significará una nueva revolución global, una manifestación más de nuestro sistema capitalista y su capacidad de “auto reparación”, a la que ya nos referimos en trabajos previos. Lo que nos trae la tecnológica Blockchain, es una economía más inclusiva, un nuevo capitalismo tecnológico asentado sobre la base de nuevos modelos de financiación y de organizaciones empresariales descentralizadas más flexibles, pero éste no sustituye, sino que se suma al existente, como una nueva capa, es decir, al capitalismo productivo, que, a su vez fue completado por el financiero» (PASTOR SEMPERE, M.C. “Criptodivisas: ¿una nueva disrupción...”. Op. cit. Página 314).

Por último, BUTERIN, creador de Ethereum, destaca tres razones por las que la descentralización supone es una ventaja: 1) disminuye la posibilidad de que la se produzcan fallos

Así pues, el hecho de que la cadena de bloques se configure como una red entre pares evita que el monopolio o control de la cadena lo ostente un único nodo o un grupo reducido de estos puesto que cada uno de los participantes en la red dispone de una réplica exacta de la cadena de bloques, lo que posibilita que todos puedan verificar las transacciones que se efectúen y que el sistema sea transparente.

En este sentido, como sintetiza TAPSCOTT, «todas las acciones y transacciones se difunden por toda la red para su verificación y validación. No hay terceros ni servidores que centralicen ni almacenen nada»<sup>45</sup>, de manera que se evita la manipulación del registro por una autoridad central guiada por un comportamiento contrario al interés general pretendido por la red.

Si bien ello puede suponer dotar de protagonismo a los administrados en la gestión y funcionamiento de la actividad pública, también implica, como anteriormente se ha señalado, que no dependa únicamente de la Administración o de los funcionarios públicos la decisión de todo aquello cuanto consta en los registros, lo cual requiere por parte de la ciudadanía de una mayor implicación que no puede depender única y exclusivamente de la obtención de una recompensa o incentivo, por cuanto el funcionamiento del sector público no puede quedar supeditado a la obtención de un beneficio económico por los participantes que sustentan el sistema.

## 5.2. Inmutabilidad

Gracias a la imposibilidad de manipular o alterar la información registrada en la cadena de bloques, blockchain puede ser caracterizada como una tecnología inmutable. En este sentido, una vez que una transacción ha sido registrada en la cadena de bloques a través de un sello de tiempo confiable y enlazada al bloque anterior, no es posible su modificación, manipulación o eliminación por ataques al sistema. Como concluye MÁRQUEZ SOLÍS, «ninguno de los bloques, ni las

---

porque los mismos dependerían de muchos componentes independientes; b) los sistemas descentralizados son difícilmente atacables y es prácticamente imposible destruirlos o manipularlos por cuanto no existen puntos centrales sensibles susceptibles, lo que aumenta el coste de realizar un ataque; y 3) resulta más complicado para los participantes llegar a acuerdos colusorios [BUTERIN, V. “*The meaning of decentralization*”. Disponible en: <https://medium.com/@VitalikButerin/the-meaning-of-decentralization-a0c92b76a274> (última visita: 15/01/2018)].

<sup>45</sup> TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. “*La revolución blockchain. Descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global*”. Deusto. Barcelona. 2017. Páginas 63 y ss.

transacciones que contienen, ni la historia de las mismas, puede ser alterada por ningún mecanismo»<sup>46</sup>.

La inmutabilidad de la cadena de bloques se logra a través de los nodos, que son los encargados de velar por la seguridad de la información. Cuanto mayor número de nodos honestos o confiables existan, menor es la posibilidad para el atacante de tener la potencia computacional necesaria para alterar los datos registrados en la cadena de bloques.

De este modo, puesto que la cadena de bloques es una base de datos inmutable cuyos elementos configuradores impiden que los intercambios de información que se producen en la red sean modificados o alterados gracias a la colaboración de los nodos participantes en la cadena, no pueden existir dudas acerca de la exactitud y veracidad de los datos registrados<sup>47</sup>.

Gracias a la seguridad que aporta, el uso de la tecnología blockchain puede servir, sin duda, como instrumento para generar confianza y seguridad en los administrados a efectos de conocer el exacto y estricto cumplimiento de las obligaciones que legalmente tienen atribuidas las Administraciones públicas y, asimismo, que someten su actuación a los principios de eficacia, eficiencia y transparencia. En este sentido, blockchain no proporciona únicamente confianza y seguridad en que la Administración pública ejerce sus potestades conforme a la legalidad vigente por cuanto ello puede ser directamente comprobado por cualquier posible interesado, sino que es precisamente el propio sistema el que incentiva esta actuación diligente por el continuo escrutinio a que se encuentra sometida la actividad de los sujetos del sector público.

Asimismo, la inmutabilidad que aporta la tecnología blockchain permite la constancia en la base de datos de la totalidad de los documentos referidos a un expediente administrativo y, asimismo, a las eventuales decisiones judiciales que se dicten en relación al mismo, de manera que pueda contarse con una versión íntegra, intrincada y «encadenada» del historial relativo a un expediente administrativo, con el destacado papel que ello puede desempeñar en el fomento de la transparencia y reutilización de la información pública.

---

<sup>46</sup> MÁRQUEZ SOLÍS, S. “Seguridad y blockchain”. Preukschat, A. (coord.) *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Gestión 2000. Barcelona. 2017. Página 229.

<sup>47</sup> TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. “La revolución blockchain”. Op. cit. Página 225.

### 5.3. *Transparencia y auditabilidad*

Además de lo anterior, caracterizan a la tecnología blockchain su capacidad para proporcionar transparencia y trazabilidad de la información almacenada. Así pues, dado que todas las transacciones que se realizan y son registradas en la cadena de bloques son a su vez grabadas en todas y cada una de las copias de que disponen los nodos participantes en el sistema, es posible el control por los participantes de la red de todo aquello que sucede en la base de datos, lo que permite a los nodos verificar el momento en que determinado activo se ha registrado en la cadena de bloques, quién fue su primer titular y todos los ulteriores cambios de titularidad producidos hasta el presente<sup>48</sup>.

La naturaleza pública del blockchain —al menos como fue configurado— garantiza la transparencia en relación al funcionamiento de la base de datos y deja un irrefutable registro de toda la actividad que se lleva a cabo, lo que necesariamente incentiva un comportamiento honesto por parte de los nodos intervinientes<sup>49</sup>. La ventaja de que participen gran cantidad de actores que validan cada uno de los bloques es que el sistema es más transparente. No obstante, el problema reside en asegurar que todos los nodos que controlan y aprueban las transacciones que se realizan lo hacen única y exclusivamente teniendo en consideración el interés general de la red.

No obstante lo anterior, el hecho de que el sistema sea, por definición, público y transparente, no implica necesariamente que la identidad de quienes realizan las transacciones no pueda ser protegida<sup>50</sup>. Dicha garantía de privacidad y protección de

---

<sup>48</sup> TUR FÁUNDEZ, C. “*Smart contracts...*”. Op. cit. Página 34.

<sup>49</sup> NATHAN, O., PENTLAND, A. Y ZYSKIND, G. “*Enigma: decentralized computation platform with guaranteed privacy*”. El trabajo se encuentra accesible en: [https://enigma.co/enigma\\_full.pdf](https://enigma.co/enigma_full.pdf) (última visita: 20/02/2018).

<sup>50</sup> Como destaca PASTOR SEMPERE, «al mismo tiempo que el diseño de blockchain puede garantizar una adecuada protección de los datos de los nodos intervinientes, su efectividad es mayor en tanto en cuanto agrega una capa adicional de escrutinio y visibilidad» (PASTOR SEMPERE, M.C. “Criptodivisas: ¿una nueva disrupción...”. Op. cit. Página 314).

En este sentido, define HERENCIA a la transparencia que ofrece la tecnología blockchain como «transparencia con pseudónimo» (HERENCIA, J. “Desafíos y oportunidades en el tránsito hacia un nuevo paradigma”. *Revista Agorachain*. Nº 4. 2018. Agorachain. Página 47).

los datos de los nodos intervinientes se consigue a través de las firmas electrónicas asimétricas<sup>51</sup>.

Así pues, mientras el contenido de lo que se registra en la cadena de bloques no es anónimo para quienes tengan las claves —esto es, tanto para el usuario propietario de las mismas como aquellos a los que han sido facilitadas—, sí lo es para el resto de nodos. Ello es ciertamente muy interesante, puesto los usuarios de la cadena de bloques se convierten en los verdaderos propietarios de sus datos y, gracias a la existencia de una doble clave, únicamente ellos son quienes deciden qué información asociada a una de sus identidades digitales facilita a otro u otros nodos, así como cuándo y dónde<sup>52</sup>.

Con la aplicación de la tecnología blockchain, dado que el control de los datos reside única y exclusivamente en el propio titular de los mismos, se reduce de forma considerable cualquier posible vulneración del derecho a la protección de datos de carácter personal y se priva a las Administraciones públicas y, concretamente, al personal al servicio de éstas, de la posibilidad de manipular o emplear torticeramente la información de que disponen.

Al mismo tiempo, no puede obviarse que ello contribuirá necesariamente a que las entidades del sector público actúen con mayor diligencia a los efectos de conseguir que por parte de los ciudadanos se proporcione la mayor cantidad de datos posible, lo que permitirá disponer de la necesaria información para garantizar una mejor y más eficiente prestación de los servicios públicos.

---

<sup>51</sup> ROSALES, F. “*Derecho digital, blockchain, notarios y seguridad digital*”. 2017. Disponible en: <https://www.notariofranciscorosales.com/derecho-digital-blockchain-notarios-y-seguridad-digital/> (última visita: 03/03/2018).

<sup>52</sup> Así, como concluye TAPSCOTT, «En el sistema blockchain los participantes pueden elegir mantener un cierto grado de anonimato en el sentido de que no necesitan asociar ningún otro detalle a su identidad ni guardar esos detalles en una base de datos central. No insistiremos bastante en lo importante que es esto. En el sistema de blockchain no hay tesoros de información personal. Los protocolos de este sistema nos permiten elegir el nivel de privacidad que queremos en cada transacción o entorno. Nos ayuda a administrar mejor nuestras identidades y nuestra interacción en el mundo» (TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. “La revolución blockchain”. Op. cit. Página 225).

Por ello, la información que se almacena en la base de datos es considerada como pseudoanónima, puesto que la privacidad de la información se mantiene hasta que el usuario decide relacionar su identidad con el registro [DARÁS, J.F. “*La era de las BLOCK punto COM*”. 2017. Página 19. El trabajo se encuentra accesible en: [http://laeradelasblock.com/?page\\_id=368](http://laeradelasblock.com/?page_id=368) (última visita: 20/05/2018)].

En definitiva, la idiosincrasia de la tecnología blockchain, representada por todas y cada una de las características enumeradas, dota a este sistema de un alto potencial disruptivo e innovador, lo que ofrece una serie de ventajas que deben ser aprovechadas, pero, al mismo tiempo, lleva aparejados una serie de inconvenientes a los que necesariamente debe ponerse solución para evitar lastrar su implantación en sectores como el de la Administración pública.

## 6. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

Una vez determinadas cuáles son las características fundamentales de la tecnología blockchain, es preciso fijar con precisión cuáles son los beneficios que aportan en relación a los sistemas de gestión de la información que actualmente imperan a nivel global, así como los inconvenientes derivados de su operativa que hacen que existan serias dudas sobre su pronta y viable implementación tanto a nivel público como privado.

Así pues, debe señalarse, en primer lugar, que el hecho de que se trate de un sistema descentralizado evita la necesidad de que exista un intermediario que ejerza funciones de control de las transacciones que se llevan a cabo, lo que otorga mayor libertad y autonomía a los participantes de la red, así como una mayor seguridad en aquellos casos en los que las autoridades centrales —generalmente, Administraciones públicas o entidades financieras— actúan de una forma arbitraria o abusiva.

Por el contrario, con la desaparición de la autoridad de control también se elimina la existencia de un mecanismo de tutela que evite las situaciones de abuso de poder entre nodos, que actúe en conflictos de competencia desleal o que determine las reglas de actuación en relación a los sectores regulados<sup>53</sup>, lo cual puede generar

---

<sup>53</sup> No obstante, como defiende BARRIO ANDRÉS, «las plataformas cimentadas bajo blockchain sí pueden ser jurídicamente reguladas en áreas donde se cruzan con sujetos regulados, tales como ciudadanos, operadores de redes de telecomunicaciones y todos aquellos intermediarios que desarrollan o apoyan esta tecnología, como son fabricantes de hardware, mineros, agencias de cambio virtuales y otros operadores comerciales que interactúan con una aplicación basada en blockchain» [BARRIO ANDRÉS, M. “Blockchain: la amenaza de la tiranía del código y del algoritmo”. 2018. Disponible en: [https://retina.elpais.com/retina/2018/04/17/tendencias/1523966659\\_640333.html](https://retina.elpais.com/retina/2018/04/17/tendencias/1523966659_640333.html) (última visita: 20/07/2018)].

graves situaciones de conflicto y serios perjuicios a aquellos nodos o usuarios de la red en situación de inferioridad que requieran de especial protección.

Precisamente por esa falta de intermediarios, otro de los beneficios que aporta blockchain es la celeridad con que se llevan a cabo las transacciones, lo que, sin duda, le aporta un valor añadido como tecnología que posibilita el intercambio de activos y de información de una manera más ágil, eficiente y reduciendo el riesgo existente en el modo en que se desarrollan actualmente estos procesos —evitando, por ejemplo, errores humanos—.

También como consecuencia de la descentralización, así como de la utilización de la criptografía asimétrica, la cadena de bloques es altamente segura y, dado que cada uno de los nodos conserva una copia de la misma, se encuentra garantizada la integridad y conservación de la información en tanto en cuanto cualquiera de ellos perviva<sup>54</sup>.

De este modo, la tecnología blockchain permite, por un lado, disponer de una prueba exacta y fidedigna de las transacciones que se efectúan, sin que sea posible que el registro pueda ser modificado o manipulado dado que ello sería fácilmente detectado por el resto de nodos que disponen de la copia de la cadena de bloques. Además, por otro lado, se evita el riesgo de que el responsable único del registro, en virtud de un ataque informático o catástrofe, pierda la información del resto de usuarios con los importantes costes y perjuicios que ello lleva aparejado.

Esto último resulta especialmente relevante en el ámbito de la Administración pública por cuanto el sistema depende del funcionamiento adecuado de sus siempre mejorables programas informáticos, por lo que un fallo o «caída» del sistema puede suponer la paralización del funcionamiento de la actividad de los sujetos del sector público. Por ello, con la tecnología blockchain y la distribución de los datos que ofrece, queda salvado este tradicional riesgo por cuanto las Administraciones

---

<sup>54</sup> GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Página 171.

En este sentido, como señala BOUCHER, «Mientras que la destrucción o corrupción de un libro contable tradicional exige atacar al intermediario, en el caso de una cadena de bloques exige atacar a cada una de las copias del libro contable simultáneamente. No puede haber un «falso libro contable», porque todos los usuarios tienen su propia versión genuina con la que comparar» (BOUCHER, P. “Cómo puede cambiar nuestra vida la tecnología de la cadena de bloques”. *Servicio de Estudios del Parlamento Europeo*. 2017. Bruselas. Página 5).

públicas únicamente constituirán un sujeto más de la red de la que no depende en exclusividad el mantenimiento del sistema.

De esta forma, el hecho de que cada uno de los nodos guarde una copia de la cadena de bloques contribuye, junto a la criptografía y al sellado de tiempo confiable, a que la cadena de bloques tenga un carácter inmutable e irreversible, lo que aporta al sistema un importante grado de certeza, objetividad y seguridad jurídica. Como contrapartida, conviene notar que surgen distintos problemas como consecuencia de la rigidez que dicha inmutabilidad lleva aparejada, por cuanto cualquier operación que se desee realizar sobre la cadena de bloques se lleva a cabo a través de un algoritmo que deja poco margen al azar, la discrecionalidad —por ejemplo, de autoridades judiciales o administrativas— o la concurrencia de circunstancias sobrevenidas o imprevisibles<sup>55</sup>.

En cuanto al señalado riesgo de la rigidez, si bien, como se ha puesto de manifiesto, limita de forma considerable la discrecionalidad de que goza la Administración pública en determinados ámbitos, ello también contribuye a la automatización de aquellos procedimientos en que, por su carácter eminentemente reglado, los sujetos integrantes del sector público no gozan de margen de maniobra alguno y su decisión no puede suponer más que el mero reconocimiento de una situación o un derecho.

Aunque será objeto de análisis con mayor detenimiento más adelante, puede señalarse como ejemplo el caso del ejercicio de actividades sometidas a declaración responsable o comunicación previa, en las que la actuación de la Administración competente se limita a comprobar la presentación de la documentación estrictamente necesaria, pero sin que ello suponga privarle de su capacidad de control *ex post*. En este supuesto, la mera constancia en la cadena de bloques de la existencia de la declaración o comunicación pertinentes, deberá servir como elemento que, de forma automática, permita entender reconocido el derecho al ejercicio de la actividad de que se trate.

Otra de las ventajas que ofrece blockchain es su capacidad para garantizar, por un lado, la transparencia de las transacciones que se llevan a cabo y, al mismo tiempo, el anonimato de los usuarios intervinientes. Sin embargo, este anonimato se

---

<sup>55</sup> GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M. “*La reflexión pendiente sobre blockchain*”. 2018. Disponible en: <https://hayderecho.com/2018/03/14/la-reflexion-pendiente-sobre-blockchain/> (última visita: 20/07/2018)

torna en un serio inconveniente cuando existe algún perjudicado por alguna transacción, ya sea otro usuario de la cadena de bloques o el interés público tutelado por las Administraciones Públicas. Asimismo, puesto que la cadena de bloques no permite conocer la identidad de quienes realizan las transacciones, sino simplemente la clave pública a través de la que operan, surgen determinados problemas en relación a circunstancias tales como la comprobación de la capacidad de obrar de los intervinientes, la determinación de la autoría de hechos criminales y otras actuaciones ilícitas o proteger a las partes más débiles de las relaciones<sup>56</sup>.

Por otra parte, el funcionamiento transparente de la tecnología blockchain puede suponer una serie amenaza para el derecho a la protección de datos de carácter personal. Así pues, si bien garantiza cuestiones tales como la privacidad desde el diseño —*Privacy by Design*, en inglés—, existen determinados aspectos relativos al funcionamiento y características de la tecnología blockchain que pueden contrariar algunos de los principios o previsiones elementales del RGPD.

A título meramente ilustrativo, cabe señalar que la configuración de la tecnología blockchain entra en contradicción con previsiones como la contenida en el artículo 5.1.d) del RGPD, de acuerdo con el cual los datos personales serán «exactos y, si fuera necesario, actualizados», para lo que se adoptarán las medidas razonables para que los datos inexactos sean suprimidos o rectificadas a la mayor brevedad posible.

Precisamente uno de los caracteres fundamentales de la cadena de bloques es, como hemos explicado anteriormente, su inmutabilidad, lo que impide modificar la información una vez que ha sido registrada y, por consiguiente, existe cierto riesgo de que datos personales que no sean exactos no puedan ser rectificadas o eliminados a solicitud de los interesados<sup>57</sup>.

De esta manera, los derechos de rectificación y supresión —o derecho al olvido—, contemplados en los artículos 16 y 17 del RGPD, pueden verse seriamente mermados como consecuencia del tratamiento de la información a través de una red

---

<sup>56</sup> GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Página 175.

<sup>57</sup> RODRÍGUEZ GARCÍA, E. “Blockchain sería ilegal según la nueva ley de datos de la UE”. 2018. Disponible en: <https://omicro.no.elespanol.com/2018/03/blockchain-ilegal-nueva-regulacion-ue/> (última visita: 20/07/2018).

como blockchain<sup>58</sup> y, en todo caso, en contra del objetivo perseguido por la normativa comunitaria, los datos se mantendrán *ad eternum* en la cadena de bloques careciendo de sentido hablar de plazos de conservación.

Cabe preguntarse, además, ante quién podrán ejercitarse estos derechos en un sistema que se caracteriza por la descentralización, esto es, por la ausencia de una autoridad o entidad central que administre la red, por lo que no existirá un responsable del tratamiento con los caracteres señalados en el artículo 4 del RGPD al que exigir que sean respetados los derechos del interesado<sup>59</sup>.

De este modo, dada la importancia de que la tecnología blockchain no constituya un instrumento para sortear la necesaria aplicación de la normativa europea, ya han surgido distintas iniciativas que tratan de aunar las ventajas que blockchain ofrece con una adecuada salvaguarda del derecho a la protección de datos de carácter personal y de todas los principios y cautelas a él aparejadas.

En este último sentido, conviene traer a colación iniciativas como la de Accenture, que propone modificar la configuración actual de blockchain para permitir que la autoridad designada pueda editar, reescribir o eliminar bloques previos de información sin que el tracto sucesivo de la cadena se vea afectado<sup>60</sup>. No obstante, dado que aparece diseñada como una cadena *permissionada*, en la que se

---

<sup>58</sup> En este sentido, señalan DE FILIPPI y REYMOND que las especificaciones técnicas de la cadena de bloques podrían plantear problemas respecto a la efectividad del derecho al olvido. Dado que la blockchain no es administrada por una autoridad central, ninguna entidad tiene capacidad de modificar o suprimir unilateralmente la información registrada. La única posibilidad de modificar o suprimir exigiría un acuerdo y una acción coordinada de la totalidad o de una gran mayoría de los nodos activos de una cadena de bloques, que llevaría a cabo las modificaciones necesarias para permitir el adecuado ejercicio del derecho al olvido [DE FILIPPI, P., REYMOND, M. “La Blockchain: comment réguler sans autorité”. Ninot, T. (dir.) *Numérique: reprendre le contrôle*. Framabook. 2016. Páginas 94 y 95].

También plantea esta problemática IBÁÑEZ JIMÉNEZ (IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J. “Blockchain: primeras...”. Op. cit. Páginas 94 y 95).

<sup>59</sup> POSE VIDAL M. B. “Blockchain y Reglamento Europeo de Protección de Datos: ¿juntos pero no revueltos?”. Disponible en: <http://www.legaltoday.com/practica-juridica/publico/proteccion-de-datos/blockchain-y-reglamento-europeo-de-proteccion-de-datos-juntos-pero-no-revueltos> (última visita: 20/07/2018).

<sup>60</sup> Accenture propone la utilización de una nueva variante de la función hash, la función hash denominada “camaleón”, la cual es capaz de recrear algoritmos coincidentes mediante el uso de claves privadas seguras. De este modo, una vez que se haya realizado un cambio en un bloque, la cadena de bloques original permanece completamente intacta y no hay necesidad de reconstruir bloques posteriores [https://www.accenture.com/t00010101T000000Z\_\_w\_/es-es/\_acnmedia/PDF-33/Accenture-Editing-Uneditable-Blockchain.pdf#zoom=50 (última visita: 25/06/2018)].

otorga la administración y la potestad de conceder permisos para participar a una autoridad central, es ahora cuando la protección de datos supone un lastre para el desarrollo e implantación de la tecnología blockchain<sup>61</sup>.

Otras iniciativas plantean convertir a la cadena de bloques en un registro de datos almacenados externamente, como una especie de índice que señala dónde se encuentra la información<sup>62</sup>. Así, además de poner solución a la imposibilidad de almacenar en la cadena de bloques documentos con un tamaño excesivo, vinculando la información encriptada correspondiente a cada dato registrado en la red blockchain a una base de datos externa u *off-chain* resulta posible que la información personal sea separada y adecuadamente gestionada por el responsable del tratamiento y, al mismo tiempo, se contemplen con unos estrictos plazos de conservación y se garantice el ejercicio de los derechos de rectificación y supresión<sup>63</sup>.

Por último, entre los grandes inconvenientes de la tecnología blockchain cabe resaltar el importante coste energético que supone su funcionamiento por cuanto precisa una red de ordenadores que la hagan funcionar y pruebas de concepto como *proof of work* requieren que equipos informáticos especializados que a su vez dedican una nada despreciable cantidad de energía<sup>64</sup>.

En definitiva, si bien resulta palmaria la existencia de destacados inconvenientes, las ventajas que ofrece la cadena de bloques como registro de información obligan necesariamente a tratar de buscar solución a los obstáculos que

---

<sup>61</sup> TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. “La revolución blockchain”. Op. cit. Página 109.

<sup>62</sup> Sobre la posibilidad de almacenar los datos personales *off-chain* se pronuncia CHANG, cuando señala que esta acción resuelve el problema de no poder eliminar los datos personales almacenados en blockchain o DLT, ya que los mismos serían almacenados en una base de datos externa que pueden ser eliminados cuando el propósito de la retención ya no es válido o cuando el derecho a la cancelación o supresión ha sido ejercitado por el interesado [CHANG, H. “*Is distributed ledger technology built for personal data?*”. Hong Kong. 2018. Página 5. El trabajo se encuentra accesible en: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3137606](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3137606) (última visita: 20/07/2018)].

<sup>63</sup> POSE VIDAL M. B. “*Blockchain y Reglamento Europeo de Protección de Datos...*”. Op. cit.

<sup>64</sup> GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Página 174.

En este sentido, como señala TAPSCOTT, «hay estimaciones que comparan el consumo energético de la red bitcoin con la electricidad que gastan unos setecientos hogares medios estadounidenses, tirando por lo bajo, y con la que consume la isla de Chipre, tirando por lo alto. Eso supone más de 4.409.000 millones de kilovatios hora, una huella de carbono gigantesca, que es inherente al sistema: es lo que hace segura la red y garantiza que los nodos sean honrados» (TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. “La revolución blockchain”. Op. cit. Página 367).

plantea en orden a conseguir un sistema eficaz, eficiente y rentable que permita emplear todo el potencial de la tecnología blockchain.

### **III. LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA: RETOS E IMPLEMENTACIÓN DE BLOCKCHAIN COMO SOLUCIÓN**

#### **1. PRINCIPALES DISFUNCIONALIDADES DE QUE ADOLECE EL FUNCIONAMIENTO DEL SECTOR PÚBLICO**

Gobierno abierto, transparencia, Administración electrónica y otros términos con idénticas connotaciones son ritualmente invocados por los sujetos pertenecientes al sector público como una especie de continua llamada de atención sobre la supuesta modernización que todo el funcionamiento y estructura de la Administración pública está experimentando en los últimos años.

No obstante lo anterior, el cambio de paradigma en el sector público, a pesar de los hipotéticos esfuerzos desplegados, no ha conseguido materializarse en el día a día de la Administración pública, que sigue adoleciendo de una destacada incapacidad para incorporar satisfactoriamente aquellos instrumentos que permitirían un funcionamiento de la actividad pública más eficaz y eficiente.

En este contexto, resulta fundamental poner de manifiesto cuáles son las principales disfuncionalidades que, a la vista de la regulación existente, padece el sector público a los efectos de determinar con precisión aquellos aspectos que requieren de un verdadero cambio de paradigma en la Administración pública para conseguir que su relación con la ciudadanía cumpla, como mínimo, con los estándares legalmente establecidos y que, al mismo tiempo, puedan obviarse viejos modelos de gestión pública que constituyen un lastre para principios administrativos elementales como son los de transparencia, eficiencia y racionalización y agilidad de los procedimientos —artículo 3 de la LRJSP—.

Así pues, entrando ya en el análisis de esos problemas de que adolece la Administración pública, el principal se centra en la recurrente falta de interoperabilidad entre los sujetos integrantes del sector público<sup>65</sup>. Efectivamente, la

---

<sup>65</sup> Así pues, de acuerdo con MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, «conseguir sistemas y plataformas tecnológicas que permitan la interoperabilidad debe ser el objetivo fundamental de la Administración pública española si pretende implantar, en un corto periodo temporal y de forma realmente efectiva, los servicios y procedimientos administrativos electrónicos impuestos tanto por la LPAC, en su esfera de contacto con las personas interesadas, como en la LRJSP, por lo que se refiere a la actividad

utilización de programas distintos y, en la mayoría de los casos, incompatibles entre sí, impiden un adecuado intercambio de información entre Administraciones públicas que, sin duda, supone una mayor demora en la tramitación de los procedimientos y, asimismo, obliga a los administrados a la realización de trámites innecesarios y redundantes<sup>66</sup>.

Ello supone, por tanto, una falta de conexión entre entidades públicas manifiestamente contraria a Derecho y que, por consiguiente, implica la conculcación de los más elementales derechos de los administrados que la normativa en materia de procedimiento administrativo les reconoce. A este respecto, resulta preciso efectuar una relación de las obligaciones impuestas normativamente a las entidades públicas en las relaciones interadministrativas para posteriormente ver en qué medida afecta ello a los derechos de los administrados en sus relaciones con la Administración pública.

No puede obviarse que la importancia de la interoperabilidad es de tal calado que el apartado segundo del artículo 3 de la LRJSP la consagra como principio general rector de las relaciones interadministrativas, debiendo ser considerada como

---

administrativa interna y las relaciones interadministrativas, ya que de lo contrario, no podrá garantizarse el correcto cumplimiento de los derechos y obligaciones establecidos por las citadas leyes, además de que los sistemas electrónicos de las distintas Administraciones que no cumplan con este principio (y también con el de seguridad) quedarán completamente aisladas del resto de AAPP españolas y europeas» [MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, R. “Relaciones interadministrativas por medios electrónicos. Interoperabilidad”. Gamero Casado, E. (dir.), Fernández Ramos, S. y Valero Torrijos, J. (coord.). *Tratado de Procedimiento Administrativo Común y Régimen Jurídico Básico del Sector Público*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017. Página 2901].

<sup>66</sup> En este sentido, como acertadamente señala DE ANGULO RODRÍGUEZ, «Las Administraciones cuentan con grandes sistemas de información, pero parten de una problemática que a veces parece insuperable: las aplicaciones existentes son obsoletas, fragmentarias, no interconectadas entre sí, no comparten modelos de datos, almacenan datos en muchos casos completamente inconsistentes, no están completamente implementadas en el conjunto de áreas o dependencias afectadas, impiden ejercer el debido control y la explotación estadística de los indicadores, se encuentran orientadas fundamentalmente a la tramitación en papel, no cubren todas las necesidades actuales de los servicios públicos tanto a nivel de funcionalidades como a nivel de volumen, tienen una extraordinaria dependencia de los servicios horizontales prestados por otras dependencias administrativas, carecen de flexibilidad para atender los catálogos de servicios y son altamente mejorables en materia de interoperabilidad» (DE ANGULO RODRÍGUEZ, J. “*La modernización de los registros. Una reforma estructural pendiente y un proyecto de datos*”. Comares. Granada, 2015. Páginas 48 y 49).

un elemento básico y estructural del sistema<sup>67</sup> y, por consiguiente, digna de tutela por las Administraciones públicas al tramitar cualquier procedimiento.

Prueba de la búsqueda por el legislador de un sistema basado en la interoperabilidad la encontramos en la regulación de los registros electrónicos de apoderamientos que, de acuerdo con el artículo 6.2 de la LPAC, «deberán ser plenamente interoperables entre sí, de modo que se garantice su interconexión, compatibilidad informática, así como la transmisión telemática de las solicitudes, escritos y comunicaciones que se incorporen a los mismos».

No obstante, no se conforma el legislador con hacer interoperables los registros electrónicos de apoderamientos, sino que pretende articular un sistema plenamente conectado en el que, de forma automatizada, pueda acudir a cualquier tipo de registro —por ejemplo, el registro mercantil o los protocolos notariales— a efectos de determinar si efectivamente quien actúa ante una Administración pública ostenta el preceptivo poder de representación para ello —artículo 6.2, párrafos segundo y tercero, de la LPAC—. En este sentido, resulta loable el objetivo perseguido por el legislador al articular normativamente un sistema de apoderamientos interconectado que necesariamente debe suponer la drástica reducción de la aportación documental de poderes de representación<sup>68</sup> y que inexorablemente deberá suponer la automatización de los procedimientos administrativos.

Mismo objetivo se desprende del artículo 16.4 de la LPAC en relación con los registros electrónicos de cada una de las Administraciones públicas que, si bien no recoge la conexión con otros registros públicos —como el de la propiedad o el mercantil—, expresamente mencionados en el artículo 6.2 de la LPAC, aquellos deberán ser interoperables a efectos de garantizar la «transmisión telemática de los asientos registrales y de los documentos que se presenten en cualquiera de los registros».

Así pues, la obligación de que las relaciones interadministrativas sean interoperables tiene como fundamento, además de agilizar, simplificar y dotar de coherencia al funcionamiento del sector público, procurar la satisfacción de los más elementales derechos que la normativa en materia de procedimiento administrativo reconoce a los administrados. Por este motivo, el funcionamiento independiente de

---

<sup>67</sup> MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, R. “*El régimen jurídico del nuevo procedimiento administrativo común*”. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2016. Página 66.

<sup>68</sup> *Ibidem*. Página 152.

cada una de entidades integrantes del sector público no tendría relevancia alguna si no fuera porque ello lleva aparejado de forma inexorable un serio perjuicio a los administrados en la medida en que la ausencia de interoperabilidad motiva la conculcación del derecho a no aportar datos o documentos que ya se encuentren en poder de los sujetos públicos o que hayan sido elaborados por éstos, tal y como expresamente se reconoce en los artículos 28.2 y 53.1.d) de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas<sup>69</sup>, con los consiguientes inconvenientes y redundancias que ello implica<sup>70</sup>.

Efectivamente, la ausencia de interoperabilidad y, por consiguiente, la imposibilidad de que una Administración pública pueda efectuar comprobaciones en otros registros, obliga a exigir a los administrados la presentación de documentos ya obrantes en poder de los sujetos públicos, lo que impide la agilización y automatización de la tramitación de los procedimientos administrativos y supone una clara contravención de lo dispuesto en el artículo 155 de la LRJSP.

En relación a este último precepto, cabe notar que el legislador aboga por el establecimiento de un red interconectada de los sistemas de información de las Administraciones públicas —tanto a nivel nacional como comunitario— a los efectos de que las entidades públicas dispongan de los datos relativos a los interesados en un procedimiento sin necesidad de requerírseles a éstos, siempre y cuando la citada red garantice la seguridad, integridad y disponibilidad de la información y se cumplan

---

<sup>69</sup> Como señala HERRERO POMBO, se trata del «derecho a la interoperabilidad de los interesados» (HERRERO POMBO, C. “Comentario sobre la Sentencia del Tribunal de Justicia de la UE de 1 de octubre de 2015 y sus consecuencias para el marco europeo de interoperabilidad”. *El Consultor de los Ayuntamientos*. Nº 3. 2017. Editorial Wolters Kluwer. Página 327).

En la misma línea, CERRILLO I MARTÍNEZ destaca que «el ejercicio de determinados derechos y, muy en particular, el derecho a no aportar datos y documentos que estén en poder de las Administraciones públicas, está condicionado por la interoperabilidad que exista entre las Administraciones públicas a través de medios electrónicos que les permita intercambiar datos y documentos» [CERRILLO I MARTÍNEZ, A. “¿Cómo facilitar el ejercicio de los derechos de los ciudadanos en la Administración electrónica?”. Delgado García, A. M. (dir.). *Nuevas tendencias en Internet, Derecho y Política*. Huygens. Barcelona. 2016. Páginas 182 y 183].

<sup>70</sup> Por ello, como afirma MARTÍN DELGADO, «la contrapartida del mismo es la obligación de todas las Administraciones de dotarse de instrumentos adecuados para acceder por medios electrónicos a tal información» [MARTÍN DELGADO, I. “Una panorámica general del impacto de la nueva Ley de Procedimiento Administrativo Común en las relaciones de los ciudadanos con la Administración Pública”. Martín Delgado, I. (dir.). *La reforma de la Administración electrónica: una oportunidad para la innovación desde el Derecho*. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid. 2017. Página 169].

con los requerimientos de los Esquemas Nacionales de Interoperabilidad y Seguridad de conformidad con el artículo 156 de la LRJSP.

De este modo, aunque resulta palmaria la existencia de un marco normativo que parece propugnar una cierta tendencia a la interoperabilidad entre las entidades integrantes del sector público a los efectos de garantizar el adecuado ejercicio de los derechos por parte de los administrados y la optimización de la actuación administrativa, la experiencia hasta ahora existente con la Administración electrónica demuestra la incapacidad de los representantes políticos para alcanzar un mínimo consenso en cuanto a los programas y sistemas a emplear que permita el cumplimiento de las exigencias legales.

Esto último puede suponer un importante lastre para la implantación de la tecnología blockchain en el sector público, dado que el consenso constituye una de las claves de bóveda de su estructura por cuanto la interoperabilidad depende de la existencia de un protocolo común y estandarizado. Así pues, la mera valoración del empleo de esta tecnología para modernizar y optimizar el funcionamiento de las entidades públicas conllevará necesaria e inexorablemente —para que pueda aprovecharse todo su potencial y el resto de ventajas que ofrece— la búsqueda de un protocolo común en el que la interoperabilidad entre Administraciones y los distintos registros públicos se convierta en una realidad y, de este modo, sean fielmente respetados los derechos de los administrados.

Más allá de la completa «desconexión» existente entre Administraciones públicas, cabe notar que éstas adolecen de una importante falta de compromiso con la transparencia que, de acuerdo con elementales principios ya cristalizados en normativa y jurisprudencia que les resultan directamente aplicables, debería materializarse en garantizar un continuo escrutinio por parte de la ciudadanía de toda la actividad y la información manejada por el sector público.

A la ausencia de una verdadera cultura en la Administración pública que favorezca una continua publicación de todos aquellos datos generados como consecuencia de su operativa, se suma una serie de circunstancias tales como la falta de formación de los empleados públicos en el manejo de la información y la inexistencia de un adecuado modelo de gestión documental que contribuya a una publicación activa de, como mínimo, aquellos datos que necesariamente deben ser puestos en conocimiento de la ciudadanía de conformidad con las previsiones

contenidas tanto en la Ley estatal de transparencia como en las normas autonómicas dictadas en la materia<sup>71</sup>.

En este sentido, como ya hemos puesto de manifiesto, resulta fundamental la implementación de un modelo de gestión de la información obrante en el sector público basado en medios electrónicos que permita la interoperabilidad entre los sujetos públicos, evite la realización de trámites innecesarios por redundantes y que garantice un funcionamiento transparente de las Administraciones públicas basado en la automatización de la publicación de la información.

## 2. UN MODELO DE GESTIÓN DOCUMENTAL: LA IMPLEMENTACIÓN DEL BLOCKCHAIN COMO ALTERNATIVA

En la necesaria búsqueda de un modelo de gestión documental que trate de poner remedio a las manifiestas insuficiencias de las iniciativas hasta ahora puestas en marcha para lograr una Administración electrónica interoperable y transparente, puede constituir una verdadera revolución la tecnología blockchain<sup>72</sup>, siempre y cuando se realice una adecuada y responsable implantación y utilización de la misma. Teniendo en cuenta los caracteres y elementos configuradores de esta tecnología, blockchain aporta distintos beneficios que aconsejan su implementación en la Administración Pública como solución frente a algunos de los problemas

---

<sup>71</sup> A este respecto, «cobra vital importancia impulsar un modelo de gestión documental y de administración de archivos que posibilite una adecuada organización de la información generada en las instituciones públicas, que permita un salto cualitativo en la consecución de la innovación, eficacia y eficiencia económica en el tratamiento y difusión de la información pública. Debe tratarse de un modelo de gestión documental de aplicación a todo tipo de documentos, en cualquier formato o soporte, que garantice que éstos son auténticos, fiables y reutilizables y en el que se otorgue un papel protagonista a las TICs» [MUÑOZ CARMONA, A. M. “Insuficiencias y disfuncionalidades de la Ley de Transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno”. Campos Acuña, M. C. (coord.). *Transparencia y Acceso a la Información en las Corporaciones Locales*. Wolters Kluwer. Madrid. 2017. Página 34].

<sup>72</sup> Como afirma FERNÁNDEZ HERGUETA, «la administración pública podría ser uno de los grandes beneficiarios de la revolución blockchain y, por extensión, los ciudadanos, que (...) verían elevada su calidad de vida y condición ciudadana» [FERNÁNDEZ HERGUETA, R. “El sector público y el uso de la blockchain” Preukschat, A. (coord.). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Ediciones Gestión 2000. Barcelona. 2017. Página 98].

endémicos que padece y para los que no se ha logrado poner remedio de forma definitiva por el sector público<sup>73</sup>.

Así pues, el hecho de que cada uno de los nodos intervinientes en la cadena disponga de una copia íntegra y actualizada del registro de información permite que las Administraciones Públicas, siempre y cuando utilicen un protocolo común, puedan compartir información de forma más sencilla y ágil sin tener que recurrir a arduos y recurrentes procesos de intercambio de datos que en muchos casos se producen con una periodicidad hebdomadaria y que no satisfacen las necesidades de inmediatez y automatización requeridas legalmente<sup>74</sup>.

---

<sup>73</sup> Sobre las bondades de la tecnología blockchain en su aplicación al ámbito del sector público se refiere JUNESTRAND cuando señala que «a nivel municipal, la mejora de los servicios públicos, la lucha contra la corrupción y una relación con la ciudadanía más participativa, interactiva y democrática son los grandes retos a los que se enfrentan las ciudades. Dado que se trata de temas que demandan una alta frecuencia de registros y documentación, la transparencia y la seguridad son imprescindibles, y eso es precisamente lo que proporciona una tecnología como la blockchain: una plataforma de información neutral, no jerárquica, accesible y segura. Otra ventaja es que con un registro blockchain es posible interconectar de forma natural registros administrativos (leyes, gastos, ingresos, contratos, permisos, propiedades, etc.) que corresponden a diferentes áreas de servicios. El valor de la interconexión transversal de los servicios queda así garantizados también» [JUNESTRAND, S. “Smart cities en la era blockchain”. Preukschat, A. (coord.). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Ediciones Gestión 2000. Barcelona. 2017. Páginas 106 y 107].

<sup>74</sup> Como señala BOUCHER, en un documento publicado por el Parlamento Europeo, «Los datos utilizados por las instituciones públicas suelen estar fragmentados a nivel interno y ser opacos para otros actores, en concreto ciudadanos, empresas y vigilantes. La tecnología de la cadena de bloques podría permitir la creación y verificación de registros con un mayor nivel de velocidad, seguridad y transparencia. Las aplicaciones más inmediatas de la tecnología de la cadena de bloques en la administración pública se hallan en el mantenimiento de registros. Se espera que la combinación de fechado con las firmas digitales en un libro contable accesible genere ventajas para todos los usuarios, permitiéndoles realizar transacciones y crear registros (por ejemplo, registros catastrales, certificados de nacimiento y licencias empresariales) dependiendo menos de abogados, notarios, funcionarios públicos y otros terceros» (BOUCHER, P. “Cómo puede cambiar nuestra vida...”. Op. cit. Página 19).

Asimismo, conviene notar que la utilización de la tecnología blockchain como archivo documental permite, además, la vinculación de la documentación a un determinado objeto. Como recuerda TAPSCOTT, «toda la documentación relativa a un “objeto” en particular puede digitalizarse y subirse a una blockchain, como, por ejemplo, patentes, títulos de propiedad, garantías, certificados de inspección, de procedencia, de seguros, fechas de repuesto, vistos buenos, etc., lo que aumentaría notablemente la disponibilidad e integridad de la información, reduciría el papeleo administrativo, facilitaría el archivo y evitaría pérdidas y, en fin, mejoraría el procesamiento de esa documentación. Por ejemplo, un vehículo no arrancaría si no hubiera pasado la última inspección técnica, si tuviera el seguro caducado, si su dueño hubiera de pagar tíquets de aparcamiento o multas de tráfico, o si hubieran suspendido el permiso de conducir de la persona que fuera a ponerse al volante» (TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. “La revolución blockchain”. Op. cit. Páginas 233 y 234).

Como ya se ha explicitado anteriormente, la necesaria de búsqueda de un protocolo común puede suponer el principal problema de la implantación de blockchain en el sector público, por cuanto la concurrencia de distintos intereses políticos ha impedido hasta la actualidad la consecución de un sistema interconectado cuyo funcionamiento sea más eficiente. No obstante lo anterior, el potencial de la tecnología blockchain debe servir como motivo único y suficiente para encontrar el necesario consenso, pues de lo contrario la implantación de esta tecnología carecería de todo sentido al no poder aprovecharse la totalidad de las ventajas que ofrece sobre los sistemas actualmente existentes.

Asimismo, la tecnología blockchain garantiza la inmutabilidad e irreversibilidad de las transacciones que se efectúan, motivo por el cual es posible la comprobación de todos y cada uno de los cambios que han acontecido y, en caso de ataque externo o manipulación interesada, esta tecnología permite verificar, dada la existencia de copias del registro en cada uno de los nodos participantes en la cadena, que se ha producido una actuación arbitraria o negligente por parte de un sujeto público o un tercero.

En este sentido, con la implementación de la tecnología blockchain se automatizan los intercambios de información entre Administraciones Públicas y de éstas con los ciudadanos. De este modo, el funcionamiento de la cadena de bloques garantiza el cumplimiento de las exigencias contempladas actualmente en el artículo 16.3 de la LPAC para los registros electrónicos de cada Administración u Organismo.

Efectivamente, la cadena de bloques permite asegurar la constancia, en cada transacción de información que se realice, de la fecha y la hora de su presentación, la identificación del nodo emisor —órgano administrativo remitente o el interesado— y del nodo receptor —persona u órgano administrativo al que se envía— y que el documento que se registra cuente con una referencia —hash— acreditativa de su autenticidad y que permita efectuar un seguimiento del mismo.

De esta manera, la tecnología blockchain permitirá disponer de una relación en formato electrónico y ordenada de todos y cada uno de los trámites que se efectúan en relación con un determinado procedimiento, de conformidad con lo exigido por el artículo 70.2 de la LPAC y, como valor añadido, permitirá la interconexión o

enlazamiento con otros expedientes o registros<sup>75</sup> a los efectos de facilitar la comprobación del cumplimiento de los requisitos exigidos normativamente o la realización de determinados trámites por otras Administraciones públicas —por ejemplo, la emisión de informes—. Al mismo tiempo, el expediente electrónico y la posibilidad de establecer enlaces a otros expedientes vinculados permite, entre otros fines, evitar que los ciudadanos aporten documentos ya obrantes en poder de los sujetos públicos y contribuir a la racionalización y planificación de la toma de decisiones<sup>76</sup>.

Así pues, el hecho de que la Administración cuente con un registro fidedigno de la información que maneja contribuye sin duda a generar confianza y seguridad en la ciudadanía de que todos los datos publicados por la Administración se ajustan a la realidad y, en caso de que sean torticeramente alterados, es posible detectar dónde se produjo tal manipulación a los efectos de exigir la rendición de cuentas por parte de los sujetos públicos.

En este último sentido, con un funcionamiento del sector público basado en blockchain, dado que permite hacer constar de forma transparente e inmutable todos los cambios producidos, resultará posible detectar cuándo se ha producido un último avance en relación con un procedimiento administrativo y, asimismo, conocer la identidad del funcionario público responsable de la paralización de un expediente o de la ausencia de resolución y notificación en el plazo legalmente establecido<sup>77</sup>.

No obstante lo anterior, la inmutabilidad también aporta rigidez al sistema, lo cual, si bien podría servir para limitar de forma considerable una actuación discrecional de la Administración, aporta un valor añadido en aquellos casos en que la reacción de las entidades del sector público ante determinadas solicitudes de los interesados para el reconocimiento de derechos o el ejercicio de actividades tiene carácter eminentemente reglado<sup>78</sup>.

---

<sup>75</sup> Facilita la elaboración del llamado por RIVERO ORTEGA, el «hiper-expediente administrativo» [RIVERO ORTEGA, R. “*El expediente administrativo. De los legajos a los soportes electrónicos*”. Thomson Reuters-Aranzadi. Cizur Menor (Navarra). 2007. Páginas 168 y 169]

<sup>76</sup> SANZ LARRUGA, F. J. “Gestión documental”. Gamero Casado, E. (dir.), Fernández Ramos, S. y Valero Torrijos, J. (coord.). *Tratado de Procedimiento Administrativo Común y Régimen Jurídico Básico del Sector Público*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017. Páginas 966 y 967.

<sup>77</sup> *Ibidem*. Páginas 973 y 974.

<sup>78</sup> Como defiende MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, «Cuando nos encontramos ante actos administrativos reglados, que se han generado por ejercicio directo de potestades regladas, en las que la persona interesada o la Administración con su consentimiento ha aportado los documentos

Es el caso de aquellas actividades cuya puesta en marcha no aparece sometida a la obtención de licencia o autorización administrativa, sino únicamente a la presentación de declaración responsable o comunicación previa a la Administración<sup>79</sup>. En estos supuestos, la simple constancia de la presentación en el registro constituido por la cadena de bloques deberá ser título habilitante suficiente para el inicio del ejercicio de la actividad o derecho en cuestión.

Asimismo, la interoperabilidad que irremediablemente debe llevar aparejada la implantación de la tecnología blockchain en el sector público permitirá a las Administraciones públicas competentes efectuar con mayor facilidad las comprobaciones *ex post* que entiendan convenientes a los efectos de acreditar el cumplimiento de los requisitos exigidos legalmente para el ejercicio de la actividad de que se trate. De esta manera, un sistema basado en blockchain puede servir de baluarte para la expansión de la actuación administrativa automatizada regulada en el artículo 41 de la LRJSP.

Sin embargo, no puede obviarse que la interoperabilidad que la tecnología blockchain lleva aparejada permite que por parte de las distintas Administraciones públicas se procure la unificación de criterios aplicables en los ámbitos en que disponen de discrecionalidad a los efectos de evitar que la disparidad entre entidades públicas genere agravios comparativos y, asimismo, favorecer el cumplimiento de la normativa en materia de garantía de la unidad de mercado. Asimismo, la interoperabilidad facilita a las Administraciones públicas la adopción de decisiones discrecionales debidamente motivadas dada la abundante información de la que pueden disponer como consecuencia del acceso a distintos registros.

---

necesarios para la consecución del acto administrativo y la única respuesta posible de la Administración ante tal cumplimiento predeterminado por la normativa es el otorgamiento del acto definitivo solicitado, es posible adelantar al momento de la presentación de la solicitud o declaración responsable o comunicación, la concesión del acto administrativo sobre el diseño de un sistema de modelos normalizados de inicio del procedimiento interconectados al registro electrónico y al archivo» (MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, R. “Relaciones interadministrativas por medios electrónicos...”. Op. cit. Página 2918).

<sup>79</sup> A este respecto, hace referencia también MARTÍNEZ GUTIÉRREZ a aquellos supuestos en los que la discrecionalidad técnica puede ser objeto de predeterminación previa a través de un baremo, como sucede, por ejemplo, con la imposición de sanciones de radar [MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, R. “El uso de medios electrónicos en la contratación pública. La relación entre las Leyes 39 y 40 de 2015 y las Directivas 24 y 55 de 2014 de contratación pública y facturación electrónica. Propuestas para su transposición”. Martín Delgado, I. (dir.). *La reforma de la Administración electrónica: una oportunidad para la innovación desde el Derecho*. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid. 2017. Página 303].

Por ello, resulta palmario el destacado potencial de la tecnología blockchain en orden a dotar de máxima transparencia al funcionamiento del sector público, permitiendo automatizar la difusión de la información sin que para el cumplimiento de las obligaciones de publicidad activa exigidas normativamente sea necesaria la intervención de empleados públicos que, con relativa con frecuencia, no cuentan con la formación necesaria para el adecuado tratamiento de la información.

No obstante lo anterior, no puede obviarse que un registro basado en blockchain, dada la ingente cantidad de datos que maneja, puede suponer un obstáculo a la efectiva transparencia del sector público por cuanto ello puede desincentivar el acceso a la información pública por parte de los administrados y que resulte complicado para el ciudadano medio comprender los datos a los que efectivamente se acceda<sup>80</sup>.

A este último respecto, debemos tener en cuenta que la publicación masiva de datos sin ningún tipo de criterio o control puede suponer el sacrificio del principio de calidad que obliga a que la información que sea difundida resulte clara, comprensible y fácilmente localizable<sup>81</sup>, lo que difícilmente podrá producirse en un sistema en que todo cuanto acontece consta reflejado en el registro constituido por la cadena de bloques sin que se haya producido un previo control por parte de la Administración pública competente.

---

<sup>80</sup> CERRILLO I MARTÍNEZ, A. “El uso de medios electrónicos en la difusión de la información pública”. Fernández Salmerón, M. y Valero Torrijos, J. (coord.) *Régimen jurídico de la transparencia en el sector público. Del derecho de acceso a la reutilización de la información*. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2014. Página 326.

<sup>81</sup> *Ibidem*. Página 334.

En relación a la importancia de este principio en la difusión de la información pública por medios electrónicos, se ha mostrado especialmente tajante MARTÍNEZ GUTIÉRREZ al señalar que «la calidad (veracidad, integridad y autenticidad de la información y servicios) debe considerarse como un parámetro exigible en la actividad de las Administraciones desarrollan por medios electrónicos, parámetro que de incumplirse puede generar responsabilidad patrimonial por funcionamiento anormal de los servicios públicos electrónicos. Esta misma posición, aunque como ya se ha apuntado, sin regularse específicamente ni en la LPAC ni en la LRJSP los principios de la e-Administración y del procedimiento, se ha mantenido en la regulación actual de la sede electrónica en el artículo 38 de la LRJSP, al señalar en su apartado 2.º que “el establecimiento de una sede electrónica conlleva la responsabilidad del titular respecto de la integridad, veracidad y actualización de la información y los servicios a los que pueda accederse a través de la misma”, así como también se ha enunciado el principio de «responsabilidad en la gestión propia» en el artículo 3.1.f) de la LRJSP donde puede encajarse parcialmente este principio» (MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, R. “*El régimen jurídico del nuevo procedimiento administrativo común*”. Op. cit. Páginas 117 y 118).

En este punto y en tanto en cuanto no se encuentran soluciones a esta cuestión, deberán desempeñar un papel protagonista los empleados del sector público en orden a facilitar dicho acceso a cualquier posible interesado, sin que el cumplimiento de la obligación de publicidad activa pueda vedar la obligación de colaborar con el ciudadano en la facilitación de la información pretendida<sup>82</sup>.

En todo caso, resulta evidente que son múltiples los ámbitos del sector público que requieren el máximo nivel de transparencia dado el necesario control que la ciudadanía debe ejercer sobre ellos y, desgraciadamente, por constituir destacados caldos de cultivo para las prácticas arbitrarias y corruptas de los poderes públicos. Sin embargo, a los efectos de mostrar el verdadero carácter disruptivo de la tecnología blockchain en su aplicación en el sector público, conviene traer a colación la cuestión relacionada con los presupuestos públicos, en la que la rendición de cuentas a la ciudadanía tiene una importancia crucial.

En relación con este asunto, resulta indudable el potencial de la tecnología blockchain para permitir a la ciudadanía fiscalizar el adecuado y exacto cumplimiento de los presupuestos públicos con proyecto de gasto<sup>83</sup>, dado que permite comprobar en cualquier momento todas y cada una de las transacciones dinerarias efectuadas por los sujetos públicos y, de este modo, se convierte al ciudadano en una especie de auditor de todo cuanto acontece en relación con las arcas públicas<sup>84</sup>.

---

<sup>82</sup> En este sentido, es preciso señalar que el Consejo de Transparencia y Buen Gobierno ha concluido que el hecho de que determinada información haya sido objeto de publicación por una Administración pública no le exime de su obligación de garantizar el derecho de acceso mediante, como mínimo, la indicación del lugar en el que podrán obtener la información pretendida (MUÑOZ CARMONA, A. M. “Insuficiencias y disfuncionalidades de la Ley de Transparencia...”. Op. cit. Página 37).

<sup>83</sup> En este ámbito también pueden jugar un papel destacado los contratos inteligentes o *smart contracts* —de los que más adelante hablaremos— que utilicen plataformas basadas en blockchain, por cuanto permiten la configuración de los presupuestos para su ejecución automática cuando concurran las condiciones previamente establecidas para que se produzca la transacción dineraria con cargo al erario público.

<sup>84</sup> En este mismo sentido, DARÁS reflexiona sobre la actual operativa de las Administraciones Públicas en la gestión del presupuesto. Este autor determina lo siguiente: «En los presupuestos se detalla cómo va a usarse el dinero recaudado más el remanente en caja pero, ¿Dónde se refleja esto? En bases de datos internas que luego “se hacen públicas”, ¿un doble trabajo no cree? ¿no sería mejor añadir cada movimiento de libro mayor a una cadena de bloques a tiempo real donde se pudiese consultar los apuntes y con ello comprobar si se siguen o no los presupuestos económicos pactados? Además, siendo pública, se podría consultar si el gasto realizado es correcto o no (existen algunos ejemplos de gastos que multiplican x10 su coste en comparación si usted lo hubiese gestionado, hablamos facturas de obras, facturas de luz en donde podríamos preguntar por qué se usa tanta energía

Además, la posición de igualdad de que dispone el ciudadano en relación con los sujetos públicos intervinientes en la cadena le permite disponer de mayor capacidad y libertad para contribuir a la elaboración de los presupuestos públicos, constituyendo, por tanto, la tecnología blockchain una destacada herramienta para fomentar la creación de una cultura de actuación activa de la sociedad en la adopción de decisiones que afectan al sector público, siendo un ejemplo de ello los presupuestos participativos.

Precisamente, el principal atractivo de la tecnología blockchain reside en el empoderamiento del administrado al dotarlo de la capacidad para decidir cuánta y qué tipo de información facilita a las Administraciones públicas mediante la creación de distintas claves públicas asociadas a su clave privada, cada una de las cuales representa un perfil diferente del interesado en función de los datos que desea que sean transmitidos en cada momento para su utilización por los sujetos públicos.

De este modo, se residencia en los administrados el control de la información, por cuanto la tecnología blockchain permite que los poderes públicos únicamente manejen aquella información de la ciudadanía estrictamente necesaria para el cumplimiento de las funciones que tiene atribuidas y que los administrados cuenten con absoluta libertad para decidir qué hacer con los datos por ellos generados, procediendo incluso a su facilitación a empresas pertenecientes al sector privado a los efectos de obtener un beneficio económico derivado de la transacción de dichos datos<sup>85</sup>.

En definitiva, resulta manifiesta la capacidad de la tecnología blockchain para poner solución a algunos de los defectos de que tradicionalmente adolece el funcionamiento de la Administración pública. La racionalización de los procesos

---

en determinados edificios públicos y aportar soluciones, costes publicitarios, etc...)» (DARÁS, J.F. “La era de las BLOCK...”. Op. cit. Página 50).

Del mismo modo, gracias a la cadena de bloques las Administraciones Públicas pueden contar con una eficaz herramienta para verificar que todas y cada una de las ayudas que se concedan son destinadas al uso para el que fueron otorgadas y, en caso contrario, incoar los oportunos procedimientos de reintegro que, gracias a los *smart contracts* pueden iniciarse y culminarse de forma automática cuando la plataforma basada en blockchain que le sirve de soporte compruebe que el dinero público está siendo empleado para fines distintos a aquellos perseguidos por la subvención.

<sup>85</sup> Como señala TAPSCOTT, gracias a la implementación de la tecnología blockchain en el sector público «podríamos solucionar la crisis de confianza e incluso de legitimidad de las actuales instituciones traspasando poder real a los ciudadanos, dándoles verdaderas oportunidades de prosperar y participar en la sociedad, en lugar de dedicarnos a hacer malabarismos propios de un relaciones públicas» (TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. “La revolución blockchain”. Op. cit. Página 63 y ss.).

internos, la reducción de los costes de transacción, el intercambio de datos más fiables entre Administraciones y el aumento de la protección contra errores humanos y el fraude son algunos de las ventajas que aporta esta tecnología. No obstante, ello no será posible si no se ejecuta una adecuada configuración de la cadena de bloques empleada en cada caso a los efectos de que su utilización no suponga una merma de derechos para los administrados y, al mismo tiempo, una temeraria pérdida por parte de la Administración de la totalidad de sus mecanismos de tutela y control.

### 3. LA CONFIGURACIÓN DE LA CADENA DE BLOQUES EN EL SECTOR PÚBLICO

Los destacados beneficios que la implementación de la tecnología blockchain pueden suponer para el sector público no es óbice para que, con carácter previo a su puesta en funcionamiento, deba darse respuesta a las distintas cuestiones e inconvenientes que la cadena de bloques conlleva en las relaciones entre Administraciones públicas y entre éstas y los administrados.

En primer lugar, una adecuada implementación de la tecnología blockchain requiere de un cambio cultural que, en cualquier caso, deberá comenzar poniendo solución a las dificultades de uso actualmente inherentes a la cadena de bloques tal y como está actualmente configurada, pues de lo contrario se desincentivará su uso por los administrados. En este sentido, la implantación de la cadena de bloques en el funcionamiento del sector público debe llevar aparejada necesariamente la simplificación de las tareas a desarrollar por la ciudadanía para que las relaciones con la Administración resulten lo más sencillas posible desde el punto de vista técnico<sup>86</sup>.

Por ello, resulta indispensable, por un lado, acabar con la denominada brecha digital y, por otro, facilitar a los administrados la realización de las acciones fundamentales para el funcionamiento de la tecnología blockchain, tales como la creación de claves, la instalación y programación del software necesario o la búsqueda de una interfaz sencilla que facilite la utilización creciente por la

---

<sup>86</sup> En este sentido, como señala CERRILLO I MARTÍNEZ, «la eficacia de la mayoría de los derechos previstos se han visto en muchos casos limitada no tanto por su propia configuración jurídica sino por otros motivos como la falta de información o conocimiento sobre su existencia entre la ciudadanía, de comunicación entre las Administraciones públicas o de recursos humanos y técnicos suficientes para garantizar su cumplimiento» (CERRILLO I MARTÍNEZ, A. “¿Cómo facilitar el ejercicio de los derechos de los ciudadanos...”. Op. cit. Página 176).

ciudadanía de una tecnología disruptiva que, sin género de dudas, contribuirá a mejorar la relación Administración-administrado<sup>87</sup>.

Amén de lo anterior, para que se produzca el cambio cultural que la tecnología blockchain lleva aparejado, es preciso que los sujetos que participen en el proceso de puesta en marcha de la misma decidan cómo configuran la cadena de bloques para que las ventajas que aporta no queden difuminadas o neutralizadas por un exceso de control o regulación de la cadena, pero, al mismo tiempo, que se impida completamente a las Administraciones públicas cumplir con las obligaciones de tutela, supervisión y salvaguarda del interés público que normativamente tienen atribuidas.

Así pues, resulta fundamental que exista consenso entre las Administraciones públicas a los efectos de conseguir que todos los nodos —sujetos públicos y administrados— formen parte de la cadena de bloques utilizando un protocolo común que les permita estar oportunamente interconectados y, de este modo, facilitar que se efectúen intercambios de información de forma más ágil y eficaz y que cada una de esas transacciones pueda ser verificada y validada por cada uno de los nodos intervinientes en la plataforma, evitando así los actuales procesos de intercambio de datos entre Administraciones.

De la misma manera, deberá darse respuesta a la dicotomía existente entre la configuración de la cadena de bloques como una red local, de ámbito reducido, o dotarla de un carácter nacional o, incluso, internacional. En este punto, resultará fundamental en la adopción de la decisión la materia sobre la que verse la información que va ser objeto de transacción en la blockchain.

Efectivamente, existen asuntos constreñidos estrictamente al ámbito municipal que no requieren de una difusión o conocimiento que traspase el ámbito estrictamente local —como mucho autonómico—, por lo que una cadena de bloques

---

<sup>87</sup> En este sentido, BOUCHER, en un texto publicado por el Parlamento Europeo, defiende lo siguiente: «Es importante garantizar que todos los ciudadanos puedan acceder a sus servicios públicos. Existe el riesgo de que la cadena de bloques pueda exacerbar la brecha digital ya existente. Los ciudadanos que son incapaces de utilizar los servicios de internet por cualquier motivo pueden no ser capaces de aprovecharse de manera plena y directa de los avances en la cadena de bloques que les darían mayor control sobre sus datos y transacciones. A menudo, los servicios basados en la cadena de bloques estarían ocultos tras interfaces de servicio conocidas y fáciles de utilizar. La aplicación precisa del protocolo en términos tanto de estructura como de interfaz de usuario importa mucho para los valores políticos y sociales que promueve el sistema» (BOUCHER, P. “Cómo puede cambiar nuestra vida...”. Op. cit. Página 20).

de ámbito local serviría para satisfacer las necesidades de control y fiscalización de la actuación de los sujetos públicos intervinientes. No obstante, son múltiples los ámbitos del sector público en los que son distintos y cuentan con diferentes competencias los sujetos implicados, que pueden incluso provenir de estancias que traspasan la frontera nacional. En este caso, el ejemplo paradigmático de sujeto internacional que tiene atribuidas multitud de funciones de control y supervisión en relación con la actividad pública de los estados miembros de esa organización es la Unión Europea.

Valga como ejemplo el caso de las subvenciones procedentes de fondos de la Unión Europea otorgadas a través de las Administraciones de cada uno de los estados miembros. En este caso, será preciso la configuración de una cadena de bloques de carácter internacional que permita a la Unión Europea desplegar sus mecanismos de control y tutela y verificar que las ayudas financiadas a través de fondos europeos que hayan sido concedidas están siendo destinadas a la consecución de los fines para los que fueron otorgadas<sup>88</sup>.

Asimismo, a la hora de configurar la cadena de bloques, debe decidirse si la misma debe ser pública, de acuerdo con los caracteres propios de la tecnología blockchain tal y como fue ideada, o bien debe ponerse algún tipo de límite a la entrada de nodos o al acceso a la información por parte de determinados usuarios de la cadena de bloques o, incluso, al registro de información, lo que se consigue mediante la creación de redes privadas o permissionadas.

En este sentido, las cadenas públicas deben emplearse para aquellas cuestiones de interés general en las que resulta preciso un cuidadoso control por parte de la ciudadanía a los efectos de fiscalizar que se está efectuando una adecuada gestión por parte de los sujetos integrantes del sector público. Uno de los supuestos ya mencionados anteriormente, el de los presupuestos, es uno de los claros ejemplos en que la cadena debe configurarse de forma pública y abierta para que cualquiera pueda supervisar el destino de los fondos de las arcas públicas.

También resulta recomendable la utilización de cadenas públicas para llevar el control de cuestiones tales como el registro de vehículos matriculados, los registros

---

<sup>88</sup> También podría servir la configuración de una cadena de bloques dotada de carácter internacional para que la Unión Europea pueda controlar que los presupuestos que cada año son remitidos a esta organización para que les sea dado su beneplácito sean adecuada y exactamente cumplidos por el estado miembro a los efectos de evitar que se produzca un excesivo gasto en detrimento de las arcas públicas nacionales.

de criminales, los pasaportes, los certificados de nacimiento y un largo etcétera<sup>89</sup> que permitirá a los ciudadanos acreditar distintos aspectos de su vida sin necesidad de acudir a una Administración para que emita una certificación acreditativa de la circunstancia a probar.

No obstante lo anterior, existen supuestos en los que por parte de la Administración puede resultar preciso decidir cuáles son los nodos que tienen derechos a registrar información o «escribir» en la cadena de bloques. Este puede ser el caso de las elecciones empleando la tecnología blockchain, en el que puede resultar conveniente que la participación en la red de votación quede limitada a aquellos electores que consten en el censo. De este modo, es la Administración la que autoriza el registro de información a un determinado número de nodos que coincidirá con el número de personas que, de conformidad con la normativa electoral, tengan derecho al sufragio activo y que así consten en el censo.

Así, con una cadena privada resulta posible controlar quién tiene reconocido el derecho al sufragio activo y que aquellos que emiten un voto cumplen los requisitos legales para hacerlo —mayoría de edad, empadronamiento, etc.—, evitándose cualquier posible intento de torticera manipulación de los resultados electorales mediante la emisión masiva de votos por quienes no tienen derecho a ello.

Sin embargo, tratándose de una cadena privada, es posible que la celebración de comicios electorales a través de una cadena de bloques adolezca de falta de auditabilidad por parte de la ciudadanía, los medios de comunicación o, incluso, organismos internacionales, por lo que será preciso permitir la entrada de cualquier posible nodo interesado únicamente a efectos de que no exista ápice de duda alguno sobre la legitimidad y validez de los resultados<sup>90</sup>.

---

<sup>89</sup> FERNÁNDEZ HERGUETA, R. “El sector público y el uso de la blockchain”. Op. cit. Página 96.

<sup>90</sup> LAGE SERRANO, O. “Participación ciudadana y voto electrónico”. Preukschat, A. (coord.). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Ediciones Gestión 2000. Barcelona. 2017. Página 100.

KIRBY, MASI y MAYMI proponen un sistema de voto electrónico basado en una cadena de bloques privada o permissionada con las siguientes características: a) que sea posible constatar que el voto emitido por un elector ha sido efectivamente contabilizado, sin que, en ningún caso, pueda conocerse el sentido del voto de otros ciudadanos; b) que el sistema no obligue a emitir necesariamente un voto y que la libre abstención no cuente como voto para un candidato; c) que la publicación de los resultados electorales provisionales se produzca de acuerdo con las reglas previamente establecidas; d) si los resultados electorales se impugnan, el sistema debe ser susceptible de auditoría [KIRBY, K., MASI, A. y MAYMI, F. “Votebook. A proposal for a blockchain-based

En definitiva, como puede observarse, dada la posible afección y conculcación de los derechos e intereses en juego, la implantación de la tecnología blockchain en la Administración pública requiere de un previo análisis de las circunstancias concurrentes a los efectos de, por un lado, facilitar la participación activa de los administrados en el sistema y, por otro, configurar la cadena de bloques con plena sujeción y respeto a las exigencias normativas que resulten de aplicación en cada caso.

#### 4. LA CONFIGURACIÓN DE LA RED BLOCKCHAIN EN EL MARCO DE LA UNIÓN EUROPEA

Como se ha puesto de manifiesto en el apartado anterior, al considerar la implantación de la tecnología blockchain en el sector público se deberán tener en cuenta todas las Administraciones con competencias en nuestro país<sup>91</sup>. A este respecto, no puede obviarse la creciente asunción de competencias por la Unión Europea en detrimento de la soberanía de los estados miembros, así como la libertad de establecimiento existente en el marco de dicha organización.

En este sentido, la configuración de blockchain presenta una dificultad añadida por cuanto su verdadero potencial reside en conseguir conectar a nivel internacional a todas las Administraciones públicas, lo que dificulta seriamente la tarea de alcanzar el necesario consenso para la utilización del mismo programa informático que permita interoperar a la totalidad de los sujetos intervinientes.

No obstante, a pesar de los esfuerzos que ello supone, resulta indispensable dotar a la cadena de bloques de un carácter transfronterizo por cuanto ello supondrá el fomento de la participación de posibles interesados que sean ciudadanos de otros estados miembros comunitarios en procedimientos administrativos incoados por Administraciones públicas nacionales, aprovechando así las bondades de la tecnología blockchain como herramienta para dotar de transparencia a los referidos procedimientos y conseguir la simplificación de la tramitación de los expedientes, fomentando el respeto a los principios que constituyen la clave de bóveda del

---

*electronic voting systems*”. Universidad de Nueva York. 2016. Disponible en <http://www.economist.com/sites/default/files/nyu.pdf> (última visita: 01/04/2018)].

<sup>91</sup> A este respecto, MARTÍNEZ GUTIÉRREZ defiende de la necesidad de crear una verdadera «Administración en red» a nivel internacional (MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, R. “*El régimen jurídico del nuevo procedimiento administrativo común*”. Op. cit. Página 174).

funcionamiento de la Unión Europea, como son la libre circulación de personas y la libertad de establecimiento.

A este respecto, conviene notar que el artículo 155.3 de la LRJSP, en relación al intercambio de datos entre Administraciones públicas, aboga por la creación de una red de comunicaciones interoperable que aglutine —además de los sujetos públicos nacionales— tanto a las instituciones de la Unión Europea como a las entidades públicas de otros estados miembros lo que, sin duda, contribuirá de forma considerable a reducir el tiempo de tramitación de los procedimientos.

Sin embargo, esta previsión normativa carecerá de relevancia y transcendencia práctica hasta que no se produzca una unificación de los criterios a seguir por las Administraciones públicas de los distintos estados miembros y de la propia Unión Europea a los efectos de facilitar, por ejemplo, que cualquier mercantil interesada en la participación en una licitación puede fácilmente acreditar cuestiones tales como su capacidad de obrar o su solvencia económica mediante la comprobación automatizada de los registros del país en que tenga su domicilio social<sup>92</sup>. Para ello, resultará necesario que las cuestiones a valorar, especialmente en los procedimientos de concurrencia competitiva, sean idénticos o similares en todos los países comunitarios para facilitar su comprobación por el órgano competente en el momento de adoptar una decisión e, incluso, que se tienda a una unificación del modelo de documento que pueda servir como medio de prueba de una determinada circunstancia<sup>93</sup>.

Asimismo, no puede desconocerse las potestades regulatorias y de tutela que ostenta la Unión Europea, por lo que su presencia en la cadena de bloques resulta

---

<sup>92</sup> Precisamente en relación con el ámbito de la contratación pública, aboga BERNING PRIETO por fomentar la interconexión de la totalidad de los registros generales de apoderamientos — artículo 6.2 de la LPAC—, los particulares del organismo concreto de tramitación y otros registros públicos (el mercantil, el de la propiedad o los protocolos notariales) con el Registro de Insolvencias «lo cual redundará en beneficio también de otros ámbitos, como el de la contratación pública electrónica, en el que traerá consigo múltiples beneficios para los órganos de contratación» [BERNING PRIETO, A. D. “La Administración electrónica y los servicios públicos digitales al albor de los progresos de la Unión Europea y el “Horizonte Europa 202”. Su relación con las Leyes 39/2015, de Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas y 40/2015, de Régimen Jurídico del Sector Público”. Martín Delgado, I. (dir.). *La reforma de la Administración electrónica: una oportunidad para la innovación desde el Derecho*. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid. 2017. Página 42].

<sup>93</sup> Valga como ejemplo en Documento Europeo Único de Contratación —DEUC— empleado en a nivel comunitario en los procedimientos de contratación pública. Más información en: <https://ec.europa.eu/tools/espd/filter?lang=es> (última visita: 20/07/2018).

esencial para poder efectuar un adecuado control de la actividad desarrollada por las Administraciones públicas en cuestiones tales como la contención del gasto público o la supervisión de cómo son gestionadas las ayudas provenientes de las instituciones comunitarias.

Por todo lo anterior, la configuración de la cadena de bloques en el ámbito estatal no puede desconocer la integración de nuestro país en la Unión Europea, por lo que deberá procurarse la intervención del resto de Administraciones públicas y registros de otros estados miembros —para garantizar y fomentar la circulación de personas y mercancías y la libertad de establecimiento de empresas—, así como de las instituciones europeas que tienen atribuidas funciones de tutela para que la interconexión sea una realidad y, de esta manera, incentivar la participación de ciudadanos de cualquier otro estado comunitario y agilizar los procedimientos administrativos mediante la comprobación automatizada del cumplimiento de los requisitos exigidos normativamente en cada caso.

#### **IV. BLOCKCHAIN EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA: POSIBLES APLICACIONES**

Dadas las características de la tecnología blockchain, resulta manifiesta su capacidad para revolucionar el sector público, especialmente aquellos ámbitos especialmente sensibles que requieren de cambios que permitan gozar de una mayor seguridad jurídica y, al mismo tiempo, la confianza entre la ciudadanía de que todo cuanto se anota en un registro público es veraz o que la utilización de nuestros datos se efectuará exclusivamente en función de los intereses de los ciudadanos y siempre con su necesario consentimiento.

De este modo, aunque son múltiples los ámbitos del sector público en que la cadena de bloques podría implementarse, en el presente trabajo nos centraremos, a efectos ilustrativos y por su relevancia en el funcionamiento del sector público, en tres: los registros públicos, el tratamiento de la información en el ámbito sanitario y la contratación pública.

##### **1. LOS REGISTROS PÚBLICOS**

La innegable importancia de los registros públicos como instituciones jurídicas tendentes a dotar de seguridad jurídica y publicidad a las diferentes situaciones y

transacciones que se producen sin duda contribuye de forma decisiva al respeto de los derechos de los aquellos a los que se refieren las anotaciones<sup>94</sup>. Así pues, la seguridad jurídica que aportan, sumado al crecimiento económico que un funcionamiento eficiente del sistema registral supone<sup>95</sup>, convierte a los registros públicos en una institución de importancia crucial para un adecuado funcionamiento del tráfico jurídico.

Precisamente por esa incidencia en el tráfico jurídico, resulta esencial valorar la posibilidad de utilizar una herramienta como la tecnología blockchain que precisamente tiene entre sus notas caracterizadoras dotar de publicidad a todo aquello que se encuentra anotado en el registro de inmutable de datos que proporciona. De esta manera, en la valoración de la implantación de la tecnología blockchain en el sector público no puede obviarse, por las cuestiones antedichas, el posible empleo de esta herramienta en el ámbito registral a los efectos de conseguir una actividad de los registros públicos más eficiente y garantista del principio de publicidad que constituye la clave de bóveda de todo sistema registral<sup>96</sup>.

A este respecto, si bien los registros públicos pueden ser concebidos desde tres puntos de vista, esto es, como institución jurídica, como oficina y como conjunto de

---

<sup>94</sup> Como señala DE ANGULO RODRÍGUEZ, «el sistema registral en su conjunto colabora a tejer el entorno de confianza indispensable para el progreso de la economía: al ofrecer garantías sobre la identificación de las personas físicas y jurídicas, sobre la condición de propietario de un inmueble o de un bien mueble, seguridad en términos jurídicos, genera en los ciudadanos la confianza que subyace en sus decisiones. Esto afecta a toda clase de situaciones en la vida de las personas: el Registro les suministra la información sobre cuya base toman sus decisiones para llevar a cabo cualquier tipo de negocio jurídico, incluso en los ámbitos personal y familiar —fe de vida, filiación, ciudadanía, matrimonio, adopción, capacidad, testamentos, etcétera—, por supuesto en el ámbito de la empresa —constituciones de sociedades, representaciones mercantiles, contabilidad de las empresas, etcétera, todo ello en el registro mercantil— y en el ámbito económico —transacciones de todo tipo sobre bienes muebles e inmuebles, hipotecas, embargos, demandas, seguros de vida, etcétera—» (DE ANGULO RODRÍGUEZ, J. “*La modernización de los registros...*”. Op. cit. Página 10).

<sup>95</sup> MÉNDEZ GÓNZÁLEZ, F. P. “La función económica de los sistemas registrales”. *Boletín del Colegio de Registradores de España*. Nº 81. 2002. Colegio de Registradores de la Propiedad y Mercantiles de España. Página 518.

<sup>96</sup> Defiende esta postura, entre otros, IBÁÑEZ JIMÉNEZ, que indica que «si, tecnológicamente hablando, blockchain es un registro de datos, parece obvio pensar que uno de sus posibles usos jurídicos es erigirse en espacio de registro oficial donde pueden anotarse las vicisitudes de la vida jurídica de las personas físicas o jurídicas y entidades asimiladas por la Ley —folio personal, como en el caso de los sujetos inscribibles que disciplina el RRM—, o bien sujetos susceptibles de inscripción —folio real—; sistema aplicable, en el régimen registral hipotecario, a las fincas cuya inscripción dispone en España la Ley Hipotecaria» (IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J. “*Blockchain: primeras...*”. Op. cit. Página 43).

libros<sup>97</sup>, conviene centrar nuestra atención en la dos últimas precisamente por el evidente paralelismo que presenta con la tecnología blockchain y su configuración como registro ordenado de datos.

En cuanto a la acepción de los registros públicos como oficina o espacio para la anotación de las inscripciones registrales, es preciso señalar que, del mismo modo que el procedimiento de inscripción registral está sometido a una serie de normas legales, la tecnología blockchain recurre a los conocidos como protocolos de consenso a los efectos de proceder al registro de datos en la cadena de bloques<sup>98</sup>.

En este sentido, de forma idéntica a lo que ocurre en los sistemas registrales tal y como actualmente se encuentran configurados, la tecnología blockchain y las distintas alternativas que ofrece posibilitan que quede determinado con carácter previo a su puesta en funcionamiento cuáles son los nodos encargados de validar y proceder a efectuar las inscripciones en la cadena de bloques así como el procedimiento a seguir para que se produzca la efectiva anotación<sup>99</sup>.

Así pues, dado que una red basada en blockchain permite el establecimiento de reglas de anotación en el registro, no existe obstáculo para que esta tecnología pueda constituir un repositorio de datos descentralizado que venga a sustituir o a complementar a las oficinas donde actualmente se practican las anotaciones<sup>100</sup>, las cuales pueden aprovecharse de los beneficios que aporta el registro de datos a través de la cadena de bloques.

Dichas ventajas pueden abordarse en correlación con los esenciales principios rectores que tradicionalmente han regido el funcionamiento del sistema registral a los efectos de una mejor comprensión de los mismos. A efectos meramente ilustrativos, cabe notar que, puesto que la tecnología blockchain posibilita la determinación del lapso temporal en que se ha producido una anotación en la red recurriendo al llamado sellado de tiempo para el registro de datos en la cadena de bloques, no cabrá duda alguna del exacto momento en que la inscripción ha tenido lugar, por lo que queda

---

<sup>97</sup> Contemplan estas tres acepciones ROCA SASTRE Y ROCA-SASTRE MUNCUNILL, en relación al Registro de la propiedad, pero son perfectamente extrapolables al resto de registros públicos (ROCA SASTRE, R. M., ROCA-SASTRE MUNCUNILL, L. “*Derecho hipotecario. Fundamentos de la publicidad registral. Tomo I*”. Bosch. Barcelona. 1995. Página 1).

<sup>98</sup> IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J. “*Blockchain: primeras...*”. Op. cit. Página 43.

<sup>99</sup> *Ibidem*. Páginas 43 y 44.

<sup>100</sup> *Ibidem*. Página 46.

garantizado el cumplimiento estricto del principio de prioridad temporal, quedando vedada la posibilidad de inscribir un título ya registrado.

Asimismo, con la tecnología blockchain queda plenamente garantizada la publicidad de todo cuanto ha sido objeto de inscripción registral con el valor añadido de que permite evitar que la referida inscripción únicamente pueda ser acreditada mediante la emisión de certificado u otro medio de prueba similar emitido por la autoridad competente. Ello es posible por cuanto la configuración del sistema como un registro distribuido entre todos los nodos intervinientes en la red blockchain les permite disponer de una copia exacta e íntegra de la base de datos y, por consiguiente, deviene innecesaria la emisión de prueba acreditativa de la existencia de la anotación.

Más allá de la garantía de los principios rectores, la tecnología blockchain aporta al ámbito registral un valor añadido como consecuencia de los beneficios que aporta en las relaciones en que intervienen las Administraciones públicas, tanto internas como *ad extra* con los administrados. En primer lugar, la tecnología blockchain simplifica y automatiza el acceso a la información obrante en los registros por parte de cualquier posible interesado por cuanto, además de suponer la incorporación definitiva de los medios electrónicos en el funcionamiento del sistema registral, resulta indudable que la posibilidad de que todos los nodos intervinientes en la correspondiente red tengan una copia íntegra del conjunto ordenado de anotaciones que constituye la cadena de bloques contribuye de forma considerable a dotar a los registros públicos de la necesaria publicidad inherente a todo sistema registral.

En este sentido, la configuración de red blockchain en el ámbito registral puede no aconsejar el recurso a las cadenas de bloques públicas por cuanto puede resultar necesario —al menos en el estado inicial en que se encuentra esta tecnología— la atribución a determinados nodos de la capacidad para realizar las anotaciones, debiendo determinarse asimismo qué usuarios disponen de una copia íntegra del registro. A este último respecto, al menos en un estadio inicial, debe procurarse como mínimo la inclusión de las distintas Administraciones públicas en la red o redes blockchain a los efectos de conseguir que la interoperabilidad e interconexión entre éstas y los registros públicos se materialice en cumplimiento de las previsiones normativas relativas a la implantación de la Administración electrónica.

Como consecuencia de la interoperabilidad que la tecnología blockchain fomenta, resultará posible dar efectivo cumplimiento de la previsión contenida en el

artículo 6.2 de la LPAC, conforme al cual, como se ha explicitado anteriormente, los registros electrónicos de apoderamientos deberán estar interconectados a distintos registros públicos, como el mercantil o el de la propiedad. Sin embargo, aprovechando el destacado potencial que ofrece blockchain, las Administraciones públicas no deben conformarse con un cumplimiento estricto de la normativa y, por consiguiente, deben proceder a dar un salto cualitativo tendente a la plena interoperabilidad de los sujetos pertenecientes al sector público en sentido amplio.

Sin duda, ello redundará en una reducción considerable del tiempo de tramitación de los procedimientos por las Administraciones públicas, por cuanto el acceso inmediato a los datos obrantes en los distintos registros públicos existentes permite acreditar la concurrencia de determinadas situaciones o la titularidad de derechos sin que resulte preciso requerir a los interesados en el procedimiento para que aporten la documentación acreditativa de las referidas circunstancias, lo que sin duda supondrá la eliminación de los costes relativos a la obtención de certificaciones de las inscripciones registrales. De esta manera, se logra que las circunstancias que constan acreditadas en los registros públicos no requieran ser probadas ante las Administraciones públicas, de manera que, además del ahorro temporal y económico que ello lleva aparejado, se simplifique y reduzca al mínimo la actuación de los administrados en sus relaciones con los sujetos integrantes del sector público.

No obstante lo anterior, y precisamente en relación con estos últimos, el desarrollo y proceso de maduración de la tecnología blockchain debe ir encaminado a la búsqueda de un modelo de gestión documental en el que tanto Administraciones públicas como administrados dispongan de pleno acceso a una red blockchain que sirva de soporte a un registro exacto y fidedigno que permita «trazar» todos y cada uno de los momentos exactos en que ha acontecido un cambio en relación con aquello a que se refiera la inscripción registral, de modo tal que cualquier posible intento de modificación o manipulación torticera pueda ser fácilmente detectado por aquellos en quienes debe residenciarse el control de la fiabilidad y exactitud de los registros, esto es, por las personas o entidades entre cuyos intereses se encuentra necesariamente —o debe encontrarse— la seguridad del tráfico jurídico.

Sin duda, ello redundará en la agilización de las transacciones, al permitir constatar el contenido de una anotación sin necesidad de que ello sea certificado por el encargado del registro, con la demora y costes que ello lleva aparejado y, asimismo, puesto que permite disponer de una copia del registro en todos y cada uno

de los nodos intervinientes, se asegurará la inmutabilidad y tracto sucesivo de las anotaciones efectuadas y la disponibilidad e integridad de la información<sup>101</sup>.

Sin embargo, como inconveniente a remarcar, conviene notar que la aplicación a los registros públicos de la tecnología blockchain implicará la digitalización de todos y cada uno de los bienes y derechos inscritos, por cuanto lo que se registra en la cadena de bloques no es el activo propiamente dicho, sino un resumen del mismo que se incorpora a un bloque y se transmite con cada nueva transacción que se efectúa<sup>102</sup>. Este proceso de digitalización, si bien es necesario para una adecuada implantación de blockchain en los registros públicos, supone un ingente esfuerzo temporal y económico<sup>103</sup> que puede lastrar su pronta puesta en funcionamiento.

Por último, el cambio de paradigma que la tecnología blockchain puede suponer en el ámbito de los registros públicos atendiendo a sus prometedores caracteres, resulta fundamental plantearse qué papel desempeñarán los registradores en un sistema en el que se elimina la necesidad de que exista una autoridad central de tutela y validación de todas las transacciones que se producen.

No obstante, ello no puede servir de pretexto para obstaculizar el avance de proyectos que tengan como eje central la modernización del sistema registral español a través de blockchain como tecnología disruptiva que puede servir para revolucionar

---

<sup>101</sup> Son diversos los autores que resaltan el gran avance que la aplicación de esta tecnología a los registros públicos supondría para las economías emergentes, donde los sistemas registrales son deficitarios y, en ocasiones, corruptos. En este sentido se pronuncia, por ejemplo, TAPSCOTT (TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. “La revolución blockchain”. Op. cit. Páginas 280 y ss.).

<sup>102</sup> Por esta razón, algunos autores abogan por aplicar otros protocolos de consenso que permitan un almacenamiento seguro de archivos en la cadena de bloques. Es el caso de *Proof of Existence*, *Stampery* u *OpenTimeStamps* (entre otras), que persiguen los siguientes objetivos: a) la inmutabilidad del documento o archivo una vez anclado el hash del documento a la cadena de bloques; b) sellado de tiempo del archivo que evidencia su existencia antes de su incorporación a la cadena de bloques; y c) el testimonio múltiple respecto a la existencia del archivo, dado que la existencia de un importante número de nodos, cada uno con copia del registro, goza de una eficacia probatoria incuestionable (TUR FÁUNDEZ, C. “*Smart contracts...*”. Op. cit. Páginas 46 y ss.).

Al respecto, señalan TAPSCOTT y TAPSCOTT que «como “registro de todo”, el sistema blockchain puede usarse a modo de archivo público con herramientas como Proof of Existence, un sitio que crea y registra criptográficamente acciones, títulos, recibos o licencias en una blockchain. Este sitio no guarda copia de documentos originales; el hash del documento se crea en el dispositivo del usuario, no en el sitio de Proof of Existence, con lo que se asegura la confidencialidad. Incluso si una autoridad central elimina el sitio, la prueba permanece en la blockchain. Este sistema, pues, permite demostrar la propiedad de algo y conservar registros sin censura» (TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. “La revolución blockchain”. Op. cit. Páginas 79 y 80).

<sup>103</sup> GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Páginas 181 y 182.

el modo en que funcionan los registros públicos. Así, resulta fundamental que los operadores de este sector sean conscientes de las utilidades y el potencial de esta tecnología como herramienta para ofrecer un servicio más eficiente, ágil y transparente a los ciudadanos y empresas y, al mismo tiempo, redefinir los procesos y la organización de los registros<sup>104</sup>.

En definitiva, dado el evidente paralelismo existente entre el sistema registral tal y como se encuentra actualmente configurado y la tecnología blockchain, resulta preciso impulsar la introducción de esta herramienta en los registros públicos para que su operativa pueda aprovecharse de los múltiples beneficios que aporta la cadena de bloques como registro distribuido e inmutable de datos. No obstante lo anterior, dado el estado inicial de desarrollo de la tecnología, aunque en un primer estadio del proceso de implantación puede no resultar posible permitir el acceso a los administrados en general, resulta preciso que, como mínimo, el empleo de esta tecnología permita la interconexión de los registros públicos con las Administraciones públicas a los efectos de dotar a los procedimientos administrativos de mayor eficiencia y agilidad y, por consiguiente, conseguir una mejor prestación de los servicios públicos y una más adecuada garantía de los derechos de los administrados.

## 2. BLOCKCHAIN EN EL ÁMBITO SANITARIO

Si la publicidad registral de bienes y derechos goza de gran relevancia en un Estado de Derecho garante de la propiedad privada, el derecho de empresa y, en general, los derechos los ciudadanos, el denominado «Estado del bienestar» encuentra en el ámbito sanitario uno de sus ejes fundamentales. De este modo, los

---

<sup>104</sup> Esta no será a corto plazo una tarea sencilla por cuanto el principal obstáculo se encuentra en los propios encargados de los registros, que ven amenazada sus funciones de tutela, control y certificación por una tecnología incipiente para muchos desconocida.

En este sentido, el miedo endémico entre los responsables de los registros lleva aplazando la implementación de cualquier innovación tecnológica *sine die*. Así pues, afirma DE ANGULO RODRÍGUEZ, que «estas reformas llevan demasiado tiempo siendo aplazadas por diversas causas. Una de ellas es que la tecnología, contemplada como aliada en un principio, ha pasado a ser erróneamente valorada como un riesgo por los operadores del sector, que consideran que una aplicación coherente de la misma, equivalente a la que ya se produce en el sector privado, amenaza sus roles, funciones e incentivos, lo que les ha situado en una posición defensiva y resistente en la que, en lugar de utilizar la tecnología para disminuir los costes y aumentar la eficiencia y, con ello, el valor añadido de sus funciones o extender las mismas a nuevos ámbitos de servicio, combaten la modernización tecnológica mientras aparentan utilizarla» (DE ANGULO RODRÍGUEZ, J. “*La modernización de los registros...*”. Op. cit. Página 2).

datos de salud, en la medida en que vienen referidos a información especialmente sensible y constituyen el instrumento necesario para realizar una eficiente prestación de la asistencia sanitaria, deben ser tratados con sumo cuidado a los efectos de evitar intromisiones ilegítimas y una utilización indebida o fraudulenta de los mismos.

Los datos de salud de cada paciente se registran en la historia clínica que, de conformidad con el artículo 14.1 de la LAP, se define como «el conjunto de los documentos relativos a los procesos asistenciales de cada paciente, con la identificación de los médicos y de los demás profesionales que han intervenido en ellos, con objeto de obtener la máxima integración posible de la documentación clínica de cada paciente, al menos, en el ámbito de cada centro».

Se trata, sin género de dudas, de una definición que, en relación a la interoperabilidad e intercambio de información entre centros<sup>105</sup>, establece una regulación de mínimos que no incentiva un modelo de gestión sanitaria más eficiente y colaborativo para que los diferentes centros intervinientes dispongan de una imagen fiel y actualizada de nuestra «biografía sanitaria»<sup>106</sup>. Resulta fundamental, por tanto, eliminar la tendencia legal a que la historia clínica aparezca configurada como una especie de rompecabezas del que cada uno de los centros intervinientes posee una pieza<sup>107</sup>, pero que difícilmente podrán ser unidas dado que la interoperabilidad entre los mismos no siempre queda garantizada por la frecuente incompatibilidad

---

<sup>105</sup> Como afirma VALERO TORRIJOS, «la gestión informatizada de la información (...) requiere inexcusablemente que se respeten las exigencias de interoperabilidad pues, de lo contrario, no serían factibles los accesos automatizados. Esta premisa adquiere una reduplicada transcendencia si tenemos en cuenta la existencia de varias Administraciones Públicas competentes en materia sanitaria y de protección de la salud, de manera que la información debe gestionarse a partir de modelos descentralizados basados en la cooperación, exigencia que desde el punto de vista tecnológico requiere reglas claras y suficientemente precisas en cuanto a la interoperabilidad» [VALERO TORRIJOS, J. “Acceso, reutilización y gestión avanzada de la información en el ámbito de la Administración sanitaria: implicaciones jurídicas desde la perspectiva de la innovación tecnológica”. Fernández Salmerón, M. y Valero Torrijos, J. (coord.) *Régimen jurídico de la transparencia en el sector público. Del derecho de acceso a la reutilización de la información*. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2014. Páginas 655 y 656].

<sup>106</sup> CRISTEA UIVARU, L. “*La protección de datos de carácter sensible: Historia Clínica Digital y Big Data en Salud*”. Editorial Bosch. Barcelona. 2018. Página 138.

<sup>107</sup> Como señala SUÁREZ RUBIO, «realmente la historia clínica resulta ser una colección desestructurada de documentos» (SUÁREZ RUBIO, S. M. “*Constitución y privacidad sanitaria*”. Tirant lo Blanch. Valencia. 2015. Página 198).

entre los sistemas informáticos empleados, especialmente entre los sistemas de salud autonómicos<sup>108</sup>.

En la búsqueda de un modelo que satisfaga las necesidades de eficiencia e interoperabilidad entre centros, nuevamente es procedente acudir a las bondades que la tecnología blockchain podría aportar por cuanto implicaría un cambio de paradigma en el funcionamiento de la Administración sanitaria.

### *2.1. La interoperabilidad en la Administración sanitaria: racionalización y automatización de los procedimientos*

En relación a la aplicación de la tecnología basada en la cadena de bloques en el ámbito sanitario, conviene comenzar destacando el potencial de blockchain como sistema de gestión documental que permite la interoperabilidad entre centros y sistemas sanitarios a efectos de que la información que manejen se encuentre continuamente actualizada y que la misma obre en poder de todos los sujetos y entidades con intereses legítimos en disponer de ella.

A estos efectos, la tecnología blockchain podría ser el instrumento ideal —dada la necesaria búsqueda de un protocolo común inherente a su implantación— para conseguir la interconexión y tratamiento conjunto de la información por todos los sistemas sanitarios existentes en nuestro país como consecuencia del reparto de competencias entre las Comunidades Autónomas, cumpliendo así con el mandato contenido en la Disposición Adicional tercera de la LAP<sup>109</sup>.

---

<sup>108</sup> Prueba de ello es la existencia de importantes proyectos que se centran en poner solución a los retos que plantea la falta de interoperabilidad de los sistemas de información. Así pues, además de tratar de que la información pueda fluir entre los distintos estados miembros de la UE, los principales proyectos se centran en crear la posibilidad de intercambiar información clínica entre Comunidades Autónomas a través del Nodo Central del Sistema Nacional de Salud [ABERASTURI GORRIÑO, U. “*La protección de datos en la sanidad*”. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2013. Páginas 27 y 28].

<sup>109</sup> La Disposición Adicional tercera de la LAP establece expresamente lo siguiente: «El Ministerio de Sanidad y Consumo, en coordinación y con la colaboración de las Comunidades Autónomas competentes en la materia, promoverá, con la participación de todos los interesados, la implantación de un sistema de compatibilidad que, atendida la evolución y disponibilidad de los recursos técnicos, y la diversidad de sistemas y tipos de historias clínicas, posibilite su uso por los centros asistenciales de España que atiendan a un mismo paciente, en evitación de que los atendidos en diversos centros se sometan a exploraciones y procedimientos de innecesaria repetición».

Esta interconexión e intercambio automatizado de la información puede suponer de forma inexorable la simplificación y agilización de la gestión de instrumentos tales como el Fondo de cohesión sanitaria, que, de acuerdo con Preámbulo del RDFCS, tiene, entre sus finalidades, «compensar los costes de asistencia sanitaria generados por pacientes derivados entre comunidades autónomas».

Gracias a la tecnología blockchain y la interoperabilidad que posibilita entre las distintas Administraciones públicas, el Ministerio de Sanidad, al que corresponde la gestión y distribución de este Fondo de cohesión sanitaria, dispondrá de un registro actualizado, inmutable y auditable de la asistencia sanitaria prestada por derivación en una comunidad autónoma a aquellos pacientes con residencia habitual en una región distinta.

Ese proceso de derivación del paciente, de conformidad con el artículo 4.3 del RDFCS, se inicia mediante solicitud expresa de la comunidad autónoma de origen y en coordinación con la comunidad autónoma de recepción. Dicho proceso de derivación y prestación de la asistencia será registrado y validado en el Sistema de Información del Fondo de cohesión sanitaria desarrollado por el Ministerio de Sanidad en colaboración con las comunidades autónomas.

Así pues, un sistema de información basado en la tecnología blockchain puede servir al Ministerio de Sanidad para controlar por sí mismo el volumen de la actividad de asistencia sanitaria de la comunidad autónoma que debe ser objeto de compensación, de modo que el procedimiento para la liquidación de dicha compensación podría, por un lado, automatizarse y agilizarse y, por otro, llevarse a cabo sin riesgo alguno de fraude o manipulación por parte de los órganos autonómicos competentes.

Asimismo, la existencia de una red blockchain que sirva para conectar todos y cada uno de los sistemas y órganos competentes en materia sanitaria existentes en

---

A nivel europeo, la tecnología blockchain puede suponer un revulsivo para la Estrategia Europea de Interoperabilidad y el Marco Europeo de Interoperabilidad con el objetivo de promover el desarrollo de la interoperabilidad y las normas asociadas a la misma. Concretamente, en el ámbito sanitario cabe hacer mención al «*Plan de acción sobre la salud electrónica 2012-2020: atención sanitaria innovadora para el siglo XXI*» que tiene entre sus fines lograr una mayor interoperabilidad en el ámbito de la salud electrónica, así como desarrollar la investigación y la innovación y favorecer la cooperación internacional en este ámbito (BORREGO, A. “La revolución en la gestión de los datos de salud: la transformación de los sistemas de salud genera muchos datos”. *Revista I + S*. Nº 128. Sociedad Española de Informática y Salud. Página 19).

nuestro país se traduce necesariamente en cuestiones tales como la racionalización de los procesos, aportando eficiencia en la atención al paciente por cuanto, por ejemplo, puede servir para evitar la realización de pruebas y análisis innecesarios por redundantes ya realizados en centros del mismo o distinto sistema sanitario o la agilización y aumento de la seguridad y calidad de la asistencia sanitaria al disponer de toda la información relevante sobre el paciente —alergias, operaciones, antecedentes familiares, etc.—. Además, dada la destacada cantidad de información que la tecnología blockchain permite manejar, los sistemas sanitarios podrán disponer de un importante repositorio de datos a los efectos prever con mayor antelación cuáles son las actuaciones a desplegar frente a los posibles riesgos, como, por ejemplo, virus o epidemias, que de un tratamiento e interpretación adecuados de dichos datos pueda desprenderse.

En definitiva, puesto que la tecnología blockchain necesariamente requiere para su implantación la búsqueda de consenso para la utilización de un protocolo común, su puesta en funcionamiento en el ámbito sanitario únicamente puede venir acompañada de la requerida interoperabilidad entre Administraciones competentes en materia sanitaria, lo cual, sin duda, redundará en una racionalización y automatización de los procedimientos y de las transacciones de información.

## *2.2. El poder de disposición sobre la historia clínica*

Lo hasta ahora señalado se refiere a los beneficios que aporta la cadena de bloques como sistema de gestión de la información manejada por la Administración sanitaria. Sin embargo, la tecnología blockchain ofrece una ventaja adicional que recomienda su implementación: la propiedad de la historia clínica y, en general, de los datos de salud, son de la titularidad del propio paciente<sup>110</sup>.

---

<sup>110</sup> Asimismo, los beneficios que aporta la implantación de blockchain en el sistema sanitario son, de acuerdo con DOVALE y MORALES, los siguientes: «a) Al existir una única versión de cada historial clínico, el cual es actualizado por diferentes especialistas de distintos centros sanitarios, se puede ofrecer una atención más precisa a los clientes mejorando su calidad de vida y, potencialmente, representando una ventaja competitiva; b) La cadena de bloques puede funcionar como mecanismo para garantizar el cumplimiento de los proveedores con las normativas vigentes de protección de datos, ya que registra los permisos dados por los pacientes, así como el uso que hace de los historiales clínicos; c) los pacientes derivados desde sanidad pública a privada podrían transferir sus historiales con los proveedores privados de forma electrónica, automática y sencilla. Esto agiliza la compartición de datos, lo cual permite atender a los pacientes en menor tiempo, mejorando así la calidad de la atención sanitaria; d) Al permitir disponer de un repositorio de datos médicos consistente, preciso y

Desde el punto de vista legal, no existe una respuesta a la cuestión de a quién pertenece la historia clínica, lo que ha motivado que se haya convertido en una cuestión doctrinalmente controvertida, puesto que no existe consenso sobre si la titularidad de la información contenida en la historia clínica es del centro sanitario, del médico o del paciente<sup>111</sup>.

En nuestra opinión, la tecnología blockchain y, concretamente, el sistema de claves que ofrece su funcionamiento basado en la criptografía asimétrica, viene a zanjar la discusión, pues reside en el paciente el absoluto control y tutela de la utilización que se efectúa de sus datos, otorgándole la posibilidad de decidir qué tipo de información facilita y a quién, evitando que la totalidad de la historia clínica se encuentre en poder de los sistemas sanitarios o los médicos si ello no ha sido autorizado por el paciente afectado. De esta forma, se permite a los pacientes asumir la gestión de sus datos de salud de forma que otorguen el acceso a la misma a aquellos miembros de la Administración sanitaria que estimen oportuno de acuerdo con sus concretas necesidades<sup>112</sup>.

De esta manera, los problemas asociados al acceso a la historia clínica, derivados de las frecuentes reticencias de la Administración sanitaria a facilitar información a pesar de que la misma venga referida a datos del propio solicitante<sup>113</sup>,

---

actualizado, esta aplicación podría ser la base sobre la cual asentar diversos servicios para mejorar aún más la atención sanitaria, como son inteligencia artificial que permita predecir las futuras dolencias de un paciente a partir de su historial clínico, pagar mediante criptodivisas a las personas que aporten información anónima para la investigación de enfermedades, entre muchos otros» (DOVALE, A., MORALES, J. “Blockchain y el sector salud”. *Revista I + S*. Nº 128. Sociedad Española de Informática y Salud. Página 14).

<sup>111</sup> CRISTEA UIVARU plantea los distintos puntos de vista mantenidos en esta discusión doctrinal y, tras ello, aboga por atribuir la titularidad de los derechos sobre la historia clínica al paciente, pero reservando al médico la “propiedad” de sus anotaciones subjetivas en la historia (CRISTEA UIVARU, L. “*La protección de datos de carácter sensible...*”. Op. cit. Páginas 165 y siguientes).

<sup>112</sup> La plena y absoluta capacidad de disposición sobre los datos de salud no es más que la materialización de lo que el derecho fundamental a la protección de datos de carácter personal exige, por cuanto, como afirma MURILLO DE LA CUEVA, supone «apoderar al individuo para que controle el acceso por terceros a la información que le concierne, es decir, a sus propios datos personales y a la utilización que de ella hagan o pretendan hacer» y añade que toda persona tiene derecho a «acceder de forma gratuita a los (datos de carácter personal) que sobre uno mismo pueda tener quien se dedica a estos tratamientos» (MURILLO DE LA CUEVA, P. L. “El derecho fundamental a la protección de los datos relativos a la salud”. Agencia Catalana de Protección de Datos. Página 3).

<sup>113</sup> El Considerando n.º 63 del Reglamento general de protección de datos pone el foco en la importancia de que los pacientes accedan a sus datos de salud. De forma literal, el Reglamento establece lo siguiente: «Los interesados deben tener derecho a acceder a los datos personales

se resuelven de plano por cuanto la decisión de suministrar la información del paciente no depende, en la base de datos descentralizada que ofrece la tecnología blockchain, de una «autoridad central»<sup>114</sup>. Así pues, el paciente transfiere la información relativa a su salud mediante la utilización de sus claves privadas, cada una de las cuales puede contener unos datos distintos en función de la información que inexorablemente deba ser manejada por el profesional sanitario.

Asimismo, gracias a la tecnología blockchain, además de restringir el acceso a la información sanitaria en función de los intereses del paciente, existe la posibilidad de detectar el acceso o modificación de la historia clínica<sup>115</sup>. Cuando ello sucede, la

---

recogidos que le conciernan y a ejercer dicho derecho con facilidad y a intervalos razonables, con el fin de conocer y verificar la licitud del tratamiento. Ello incluye el derecho de los interesados a acceder a datos relativos a la salud, por ejemplo los datos de sus historias clínicas que contengan información como diagnósticos, resultados de exámenes, evaluaciones de facultativos y cualesquiera tratamientos o intervenciones practicadas».

En este sentido, como afirma PÉREZ GÓMEZ, «en el ámbito del derecho a la protección de la salud, el acceso constituye un elemento indispensable para que el paciente conozca cuál es su estado de salud y pueda tomar las decisiones oportunas al respecto, constituyendo en consecuencia un elemento determinante del proceso cognoscitivo que implica la figura del consentimiento informado» [PÉREZ GÓMEZ, J. M. “*La protección de datos de salud*”. García Mahamut, R., Rallo Lombarte, A. (coord.). *Hacia un nuevo derecho europeo de protección de datos*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017. Página 662].

<sup>114</sup> Este poder de disposición por parte del paciente sobre sus datos de salud le ofrece otros beneficios que, si bien no están directamente relacionados con el objeto del presente trabajo, resulta conveniente enumerarlos a los efectos de entender el importante papel que la tecnología blockchain puede suponer en el ámbito sanitario, tanto desde el punto de vista público como privado.

Refiriéndonos al ámbito privado, cada persona, como titular de su propia información sanitaria, podrá llevar a cabo, entre otras, las siguientes actuaciones: a) suministrar a las aseguradoras información más o menos detallada de su historial clínico a los efectos de concertar una póliza, las cuales podrán ofertar mejores condiciones en función de los datos facilitados; b) negociar con sus datos de salud con empresas de la industria farmacéutica o, en general, que se dediquen a realizar investigaciones médicas; o c) decidir el libre traslado de sus datos de salud a un centro sanitario privado para las intervenciones que procedan.

Por último, conviene señalar que existen iniciativas tendentes a la eliminación del riesgo de fraude o falsificación en la cadena de suministro de los medicamentos garantizando que los usuarios finales y los suministradores de los fármacos tengan absoluto control sobre la información relativa a su fabricación y componentes. En este sentido, en una cadena de bloques en la que se encuentren integrados todos los operadores de la cadena de suministro (agentes productores, distribuidores, vendedores, etc.), cada vez que se fabrica un medicamento, se genera un hash con información relevante sobre su producción, generándose un hash vinculado al anterior con más datos cada vez que un agente realiza alguna operación en relación al medicamento, lo que permite una trazabilidad fiable de todo el proceso [NESPRAL, D. “*Farma y salud dan un paso al frente*”. Preukschat, A. (coord.) *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Gestión 2000. Barcelona. 2017. Páginas 69 y 70].

<sup>115</sup> Recuerda a este respecto SUÁREZ RUBIO que, «actualmente, el acceso a la historia clínica no está restringido, como debería estarlo, sino que las historias clínicas son accesibles tanto para el personal médico como para el sanitario, incluso para el personal administrativo. Por ejemplo, hay

actividad se registra en la cadena de bloques y se devuelve una «firma sin clave» que se almacena junto al registro. Estas firmas sirven como una marca de tiempo electrónica que prueba cuándo se realizaron los cambios, mientras que la cadena de bloques verifica de forma independiente quién efectuó los mismos<sup>116</sup>.

No obstante, el absoluto control y disponibilidad de los datos de salud por parte del paciente obliga a preguntarse qué sucede en las situaciones de necesidad terapéutica en las que, o bien el conocimiento por el propio afectado de su estado podría perjudicar su salud de manera grave, o bien resulta necesario que por la familia se adopten determinadas decisiones ante la imposibilidad de que el propio paciente consienta<sup>117</sup>.

Efectivamente, en primer lugar conviene notar que, de conformidad con el artículo 5.4 de la LAP, existe la posibilidad de limitar el derecho a la información sanitaria del paciente cuando su estado de salud sea de tal gravedad que lleve al médico a entender que concurre un estado de necesidad terapéutico. A este respecto, surgen ciertas dudas de cómo podrá garantizarse esta previsión legal, configurada como una potestad de la que dispone el médico con el objetivo único de no agravar el estado de salud del paciente por cuanto el límite parcial a conocer su estado de salud le reporta un destacado beneficio terapéutico, si tenemos en cuenta que, con la tecnología blockchain, éste dispone de pleno acceso a su historia clínica y a toda la información que el personal sanitario registra en la misma.

También resulta conveniente poner solución a los problemas relacionados con la imposibilidad momentánea del paciente —por encontrarse inconsciente o por necesidad terapéutica— de disponer de sus datos de salud a favor de aquellos profesionales sanitarios que pueden no contar con todos o algunos de ellos. En este supuesto, el personal sanitario se vería obligado a actuar sin contar con la

---

hospitales en los que las historias clínicas se mantienen todavía en miniarchivos departamentales, sin que sean accesibles para el resto del hospital, almacenadas en archivadores y estanterías y, en ocasiones, en el suelo. Así ha sido denunciado por asociaciones médicas y usuarios de dichos servicios» (SUÁREZ RUBIO, S. M. “*Constitución y privacidad sanitaria*”. Op. cit. Página 199).

<sup>116</sup> Más información en: <https://www.gemalto.com/review/Pages/Estonian-eHealth-and-the-blockchain.aspx> (última visita: 20/07/2018).

<sup>117</sup> Se trata en todo caso de una cuestión delicada por cuanto, como señala SUÁREZ RUBIO, «se pierde la intimidad cuando alguien sin autorización expresa accede a diversos aspectos de la persona, como zonas de vida privada, secretos, anonimato, retiro o soledad. No se puede perder este derecho por el hecho de haber perdido la capacidad de decisión o por ser menor de edad, pues como personas físicas todos tenemos derecho a nuestra intimidad y dignidad» (SUÁREZ RUBIO, S. M. “*Constitución y privacidad sanitaria*”. Op. cit. Página 201).

información sanitaria relativa al afectado, indispensable para proporcionar un tratamiento adecuado.

La cuestión que habría que tratar de resolver aquí es cómo se conjugan la plena y absoluta disposición del paciente sobre sus datos de salud con un estado de necesidad terapéutico que le impide adoptar la más mínima decisión. Por ello, resulta preciso determinar cómo se posibilitará que las personas vinculadas al afectado por razones familiares o de hecho puedan consentir el acceso a sus datos si ni siquiera ellos disponen de los mismos por cuanto pueden no contar con las claves privadas del paciente.

En definitiva, aunque existen cuestiones pendientes de resolver, la tecnología blockchain puede suponer un importante cambio de paradigma en el funcionamiento de la Administración sanitaria, dado que, no sólo permitirá contar con un registro único de los datos de salud de todos los pacientes en el que se garantice la interoperabilidad e intercambio de información entre centros sanitarios y sistemas de salud autonómicos, sino que, especialmente, supondrá colocar al paciente en el centro del sistema sanitario mediante el reconocimiento de la plena titularidad de sus datos de salud y la libre disposición de los mismos en favor de quien estime oportuno para recibir a cambio una más adecuada y eficiente prestación sanitaria.

### 3. BLOCKCHAIN EN EL ÁMBITO DE LA CONTRATACIÓN PÚBLICA: TRANSPARENCIA Y EFICIENCIA FRENTE A LA CORRUPCIÓN

Sin duda, una de las herramientas de mayor relevancia de que dispone la Administración pública para dar cumplimiento a las funciones que legalmente tiene atribuidas es la contratación pública. No en vano, una destacada proporción del Producto Interior Bruto nacional va destinado a sufragar los procedimientos licitatorios tramitados en nuestro país.

No obstante lo anterior, del mismo modo que los contratos del sector público juegan un destacado papel en la satisfacción del interés general tutelado por las Administraciones públicas, no puede obviarse que los mismos constituyen, tal y como se encuentran configurados y los medios de control hasta el momento existentes, un importante caldo de cultivo para el fraude, la corrupción y el favoritismo. Para intentar atajar estas conductas y transponiendo a nuestro ordenamiento distintas directivas comunitarias, se ha promulgado la LCSP. Esta norma tiene entre sus objetivos luchar contra la corrupción recurriendo a medidas que hipotéticamente

vendrán a potenciar la materialización y efectividad real de principios tales como los de publicidad<sup>118</sup>, transparencia<sup>119</sup>, igualdad de trato o integridad<sup>120</sup>.

Efectivamente, a lo largo del articulado de la norma son múltiples las medidas previstas que tienen como objetivo la satisfacción de los principios inspiradores en materia de contratación pública y, por consiguiente, que la adjudicación de los contratos se efectúe de la manera más objetiva y buscando siempre la plena satisfacción de los intereses generales por encima de favoritismos e intereses particulares.

Pese a ello, conviene notar que, como ha ocurrido con las regulaciones precedentes en materia de contratación pública, el establecimiento de medidas

---

<sup>118</sup> Como señala MELLADO RUIZ «el principio de publicidad desempeña un papel fundamental desde el punto de vista del aseguramiento de la transparencia, mostrándose como un principio que tiene su reflejo en la propia configuración de los procedimientos de adjudicación, debiéndose dar publicidad a los mismos desde la apertura hasta su resultado, así como a las incidencias que ocurran, operando como instrumento de control de la Administración y de la imparcialidad de los procedimientos de adjudicación, así como de apertura del mercado de servicios a la competencia» (MELLADO RUIZ, L. “*El principio de transparencia integral en la contratación del sector público*”. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017. Página 224).

<sup>119</sup> Afirma DE LA MORENA que «la transparencia es un arma eficaz en la lucha contra la corrupción y los fraudes de todo tipo respecto de los fondos públicos. La existencia de procedimientos claros e iguales para todos, la ausencia de ambigüedad en las cláusulas contractuales, la desaparición de las condiciones de inmunidad e impunidad para muchos infractores, son argumentos en apoyo del establecimiento de rigurosos sistemas procedimentales y de control de la contratación pública» (DE LA MORENA LÓPEZ, J. “Principios generales de la contratación del sector público”. *Contratación Administrativa Práctica*. Nº 139. 2015. Editorial Wolters Kluwer. Páginas 72 a 81).

En el mismo sentido, GIMENO FELIU determina que «la regla de transparencia no es una formalidad y exige una implementación compatible con su finalidad. Son necesarios sistemas de información on line ágiles, accesibles, gratuitos y de alcance universal, que hagan posible que cualquier licitador pueda obtener información sobre una licitación que corrijan la actual situación que desincentiva presentar ofertas por entender que el procedimiento puede estar ya orientado hacia determinados licitadores. Los medios electrónicos y la transición hacia la compra pública electrónica, se manifiestan, en este contexto, como un eje de reforma irrenunciable» (GIMENO FELIU, J.M. “Medidas de prevención de la corrupción y refuerzo de la transparencia en la contratación pública”. *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica*. Nº 7. 2017. Instituto Nacional de Administración Pública. Página 65).

<sup>120</sup> El propio artículo 1 de la LCSP ya constituye una destacada declaración de intereses cuando afirma que la dicha norma tiene por objeto «regular la contratación del sector público, a fin de garantizar que la misma se ajusta a los principios de libertad de acceso a las licitaciones, publicidad y transparencia de los procedimientos, y no discriminación e igualdad de trato entre los licitadores; y de asegurar, en conexión con el objetivo de estabilidad presupuestaria y control del gasto, y el principio de integridad, una eficiente utilización de los fondos destinados a la realización de obras, la adquisición de bienes y la contratación de servicios mediante la exigencia de la definición previa de las necesidades a satisfacer, la salvaguarda de la libre competencia y la selección de la oferta económicamente más ventajosa».

genéricas no constituye una herramienta eficaz para luchar contra la corrupción por cuanto la realidad sirve para constatar que las mismas resultan manifiestamente insuficientes e inoperativas para la satisfacción de los principios que deben regir todo procedimiento licitatorio.

Así pues, actuaciones como la Estrategia Nacional de Contratación Pública, las medidas contra los conflictos de intereses y la referencias abstractas y genéricas a la lucha contra la corrupción resultan vanas si la gestión de los procedimientos licitatorios no se lleva a cabo a través de una herramienta eficaz que por su propia idiosincrasia y caracteres permita poner coto a los problemas endémicos de que adolece la contratación pública.

A este respecto, parece obvia la necesidad de adoptar un instrumento que permita controlar, tanto por la ciudadanía —en virtud de su función de fiscalización de la actividad de la Administración—, como por la totalidad de los licitadores de un procedimiento de contratación, el cumplimiento de cuestiones tales como la publicidad de las ofertas, la transparencia de los procedimientos, la adjudicación de los contratos conforme a criterios adecuada y objetivamente valorados y el cumplimiento de los mismos por el contratista con arreglo a lo convenido con la Administración contratante.

En este contexto, una vez más, debe ponerse de manifiesto el importante potencial de la tecnología blockchain como posible registro inmutable y transparente de todo cuanto acontece en el seno de la Administración pública y, más concretamente, de los procedimientos licitatorios. En este sentido, conviene notar que ya existen iniciativas normativas que abogan por la implantación de la tecnología blockchain en el ámbito de la contratación pública.

Es el caso de la Comunidad Autónoma de Aragón, cuyo Gobierno ha aprobado recientemente el Proyecto de Ley de uso estratégico de la contratación pública en Aragón<sup>121</sup>, cuya disposición adicional tercera permitiría la implementación de la tecnología blockchain como medio, por un lado, para asegurar la integridad de los datos y documentos de cualquier expediente, procedimiento o registro de contratación pública y, por otro, para automatizar la tramitación de los citados procedimientos. Asimismo, cabe notar que el Gobierno autonómico vasco ha

---

<sup>121</sup> El texto del Anteproyecto, en su versión de 6 de marzo de 2018, puede ser consultado en: <http://transparencia.aragon.es/cgi-bin/ITCN/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=1008855710000> (última visita: 20/07/2018).

adjudicado recientemente a la mercantil Odei, S.A. un contrato para llevar a cabo la implantación en la comunidad autónoma de un registro de contratistas basado en la tecnología blockchain<sup>122</sup>.

Estos primeros precedentes demuestran que las Administraciones públicas están comenzando a ser conscientes del importante potencial de la tecnología blockchain como medio para revolucionar el modo en que los procedimientos licitatorios se tramitan e, incluso, la ejecución de los contratos una vez que los mismos han sido adjudicados.

Dado el interés de distintas Administraciones públicas por recurrir a blockchain para dotar de transparencia, publicidad e integridad a los procedimientos licitatorios, cabe concretar aquellos aspectos en que esta tecnología podría ser empleada para conseguir un más adecuado cumplimiento de la normativa en materia de contratación pública. Así pues, la tecnología blockchain, dado su potencial, al menos, como registro e índice de toda aquella información manejada en el seno del sector público ofrece una serie de ventajas que deben ser puestas de manifiesto por cuanto pueden contribuir de forma decisiva al cumplimiento efectivo de los principios contemplados en la normativa aplicable en materia de contratación pública.

### *3.1. Planificación de proyectos*

Sobre la planificación de los proyectos y, en definitiva, de los contratos públicos a licitar, conviene comenzar poniendo el foco de atención en el proceso de análisis y determinación de si las entidades del sector público requieren necesariamente la celebración de determinados contratos. A este respecto, el artículo 28.1 de la LCSP veda la posibilidad de licitar contratos que no sean necesarios para el cumplimiento y realización de sus fines institucionales. Así pues, se exige que se

---

<sup>122</sup> Puede accederse a toda la información sobre la licitación del contrato para el desarrollo de un registro de contratistas basado en la tecnología blockchain en el siguiente enlace: [http://www.euskadi.eus/gobierno\\_vasco/contenidos/anuncio\\_contratacion/exp74j28258/es\\_doc/es\\_arch\\_exp74j28258.html](http://www.euskadi.eus/gobierno_vasco/contenidos/anuncio_contratacion/exp74j28258/es_doc/es_arch_exp74j28258.html) (última visita: 20/07/2018).

Un contrato similar acaba de adjudicar la Diputación Foral de Vizcaya para la generación de una plataforma blockchain [[https://www.contratacion.euskadi.eus/w32-1084/es/contenidos/anuncio\\_contratacion/expjaso9874/es\\_doc/es\\_arch\\_expjaso9874.html?ruta=/w32-1081/es/v79aWar/comunJSP/v79aHome.jsp](https://www.contratacion.euskadi.eus/w32-1084/es/contenidos/anuncio_contratacion/expjaso9874/es_doc/es_arch_expjaso9874.html?ruta=/w32-1081/es/v79aWar/comunJSP/v79aHome.jsp) (última visita: 20/07/2018)].

justifique, en la documentación preparatoria, la idoneidad del objeto del contrato y el contenido del mismo para satisfacer las necesidades cubrirse<sup>123</sup>.

No obstante esta previsión, harto complicado resulta para la ciudadanía fiscalizar la efectiva concurrencia de las circunstancias que recomiendan la formalización de un contrato público por resultar idóneo para la satisfacción de determinados intereses, especialmente por los continuos obstáculos existentes para acceder la información pública. Asimismo, lo cierto es que esta tarea viene dificultada precisamente porque las propias Administraciones públicas no siempre cuentan con sistemas de gestión documental eficientes que les permita efectuar un ágil y adecuado tratamiento de la información a los efectos de determinar cuáles son las necesidades o defectos de que los que adolecen los servicios públicos prestados y que requerirían la celebración de un contrato público.

Frente a la situación actualmente existente, con el registro inmutable de datos que proporciona blockchain es posible detectar con mayor facilidad cuáles son los servicios requeridos para una mejor satisfacción de los intereses públicos, facilitando la anticipación presupuestaria y la realización de una más eficiente y previsora política de contratación pública. Por ejemplo, volviendo al ámbito de la Administración sanitaria, gracias a la existencia de un registro fiel y actualizado de la información sanitaria que garantice la interoperabilidad de todos los órganos administrativos, profesionales y usuarios intervinientes, es posible detectar con mayor premura la existencia de, por ejemplo, un riesgo de epidemia y proceder a hacer acopio del material necesario mediante la formalización del pertinente contrato público.

De este modo, además de facilitar la adopción de decisiones en relación a la estrategia de contratación pública a seguir para que el presupuesto público sea invertido en aquellas actuaciones efectivamente necesarias, permite a las

---

<sup>123</sup> En relación a este último aspecto, goza de especial relevancia el principio de eficiencia, al que se refiere el artículo 28.4 de la LCSP.

A su importancia se refiere GIMENO FELIU, cuando afirma que «este principio tiene aquí por función intrínseca determinar cuándo un gasto es no sólo eficaz sino eficiente desde una perspectiva de rentabilidad, lo que condiciona las opciones de gestión administrativa y que permite su fiscalización tanto por los órganos de control internos como por la jurisdicción competente. (...) En la gestión de la contratación pública no basta con realizar una tramitación que sea conforme al principio de legalidad. Además es necesario que se respete, junto al principio de estabilidad presupuestaria, el principio de eficiencia» [GIMENO FELIÚ, J. M. *“El nuevo paquete legislativo comunitario sobre contratación pública (El contrato público como herramienta del liderazgo institucional de los poderes públicos)”*. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2014. Página 17].

Administraciones públicas prever con mayor antelación la concurrencia de situaciones que requieran una rápida y anticipada actuación de las entidades de sector público a efectos de que la adecuada prestación de los servicios que tienen atribuidas pueda verse afectada por la falta de medios materiales.

Así, en este contexto y dado que la información generada no se encuentra únicamente en poder de la Administración pública —que perdería su cualidad de autoridad central—, la actuación de las entidades públicas contratantes serán objeto de un continuo escrutinio por parte de la ciudadanía, que contarán con los datos suficientes para fiscalizar y valorar si la licitación de los contratos está debidamente fundada y, asimismo, si la inversión que los mismos suponen ha quedado perfectamente justificada.

### *3.2. La presentación de ofertas y la acreditación del cumplimiento de los requisitos fijados en los pliegos*

En caso de que, como consecuencia de la información de que se dispone, resulte conveniente iniciar un procedimiento licitatorio, la tecnología blockchain puede servir como herramienta para dotar de transparencia a los procedimientos y, al mismo tiempo, reducir considerablemente los tiempos para la adjudicación de los contratos, especialmente en lo que se refiere a la presentación de ofertas y la acreditación de la concurrencia de los requisitos para resultar adjudicatario de un contrato.

En el contexto actual y de forma muy simplificada, los interesados en concurrir a un procedimiento licitatorio deben presentar sus ofertas en los correspondientes registros, las cuales, como regla general, son abiertas en los actos públicos celebrados a tal efecto, tras lo cual la mesa de contratación realiza la oportuna valoración y eleva una propuesta de adjudicación al órgano de contratación. Con la tecnología blockchain, este conjunto de trámites tan arraigados en los procedimientos licitatorios desaparecería por cuanto la misma permitiría la automatización y agilización de todo el proceso de presentación y valoración de ofertas.

No obstante, de acuerdo con la normativa en materia de contratación actualmente vigente, únicamente el procedimiento abierto simplificado «abreviado», regulado en el artículo 159.6 de la LCSP, se adaptaría a los caracteres y ventajas que ofrece la tecnología blockchain, dado que: a) las ofertas se evalúan únicamente

conforme a criterios de adjudicación mediante la mera aplicación de fórmulas establecidas en los pliegos; b) la valoración de las ofertas se puede efectuar automáticamente mediante dispositivos informáticos; c) se garantiza mediante un dispositivo electrónico que la apertura de las proposiciones no se realiza hasta que haya finalizado el plazo para su presentación, por lo que resulta innecesaria la celebración de un acto público de apertura de las mismas; y d) las ofertas presentadas y la documentación relativa a las mismas son accesibles de forma abierta por medios informáticos sin restricción alguna desde la notificación de la adjudicación del contrato<sup>124</sup>.

Así pues, la utilización de una red blockchain podría servir para, por un lado, que las ofertas presentadas no puedan ser objeto de manipulación sin que dicha acción sea detectada y, por otro, como analizaremos en el siguiente epígrafe, efectuar la valoración de las ofertas y la formulación de una propuesta a través de contratos inteligentes que de forma automática apliquen las fórmulas contempladas en los pliegos del contrato licitado.

Centrándonos en la presentación de ofertas, la tecnología blockchain podría también realizarse de acuerdo con la previsión contenida en la disposición adicional 16<sup>a</sup>.1.h) de la LCSP<sup>125</sup>, por cuanto las ofertas podrían ser registradas en el sistema

---

<sup>124</sup> Como señala HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, «más que de un procedimiento debemos hablar de un conjunto de medidas de simplificación, algunas de las cuales ya se vienen aplicando desde 2015 y otras son consecuencia de la informatización de los procedimientos. En cualquier caso, la eficacia de estas medidas recae sobre dos circunstancias, como son, de una parte, la automaticidad de la evaluación de las ofertas (no podrá haber ningún criterio evaluable mediante juicio de valor); y, de otra, la confianza en los contratistas (en tanto que se prescinde de la acreditación de la solvencia y de la garantía definitiva). No obstante, el éxito de las mismas dependerá de su aceptación por las Administraciones contratantes» [HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F. “Procedimiento abierto y procedimiento abierto simplificado”. Gamero Casado, E., Gallego Córcoles, I. (dir.). *Tratado de Contratos del Sector Público. Tomo II*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2018. Páginas 1592 y 1593].

<sup>125</sup> El tenor literal de dicha normativa es el siguiente:

«En los procedimientos de adjudicación de contratos, el envío por medios electrónicos de las ofertas podrá hacerse en dos fases, transmitiendo primero la huella electrónica de la oferta, con cuya recepción se considerará efectuada su presentación a todos los efectos, y después la oferta propiamente dicha en un plazo máximo de 24 horas. De no efectuarse esta segunda remisión en el plazo indicado, se considerará que la oferta ha sido retirada.

Se entiende por huella electrónica de la oferta el conjunto de datos cuyo proceso de generación garantiza que se relacionan de manera inequívoca con el contenido de la oferta propiamente dicha, y que permiten detectar posibles alteraciones del contenido de esta garantizando su integridad. Las copias electrónicas de los documentos que deban incorporarse al expediente, deberán cumplir con lo establecido a tal efecto en la legislación vigente en materia de procedimiento administrativo común, surtiendo los efectos establecidos en la misma».

mediante el empleo una huella electrónica o «hash» con sellado de tiempo<sup>126</sup>. Este modo de registrar las ofertas ya aporta un valor añadido sobre el sistema tradicional imperante, por cuanto dota de transparencia a un proceso de presentación de ofertas actualmente opaco dado que posibilita conocer qué licitadores han concurrido al procedimiento licitatorio y en qué exacto momento y, además, veda la aceptación de ofertas presentadas extemporáneamente.

Una vez registrada la presentación de la oferta representada a través de un código alfanumérico en la cadena de bloques, el licitador deberá remitir el contenido de la misma, pero, ¿cómo se comprueba que la oferta registrada en el sistema no ha sido modificada? Pues bien, bastaría con cotejar que la huella electrónica de la oferta presentada posteriormente se corresponde con la registrada en la red blockchain y, en caso de que coincidan, la mesa de contratación tendrá plena certeza de que no se han producido modificaciones o alteraciones fraudulentas. De lo contrario, cualquier mínimo cambio producido en un documento contenido en la oferta, supondrá que la huella electrónica de ésta no coincida con la registrada primeramente en la cadena de bloques y la mesa de contratación podrá rechazar de plano aquellas ofertas que, de acuerdo con la comprobación efectuada, hayan sido modificadas o manipuladas.

Por último, conviene notar que, como ha sido manifiesto en un epígrafe anterior, el registro de la información a través de la tecnología blockchain permite a los licitadores no aportar aquella documentación ya obrante en poder de la Administración pública, lo que, sin duda, les evitará acompañar su oferta de una ingente cantidad de documentos y agilizará y simplificará la tramitación de los procedimientos.

En conclusión, como ha sido expuesto, la cadena de bloques permite dotar de transparencia, eficiencia y certeza al trámite de presentación de ofertas en los procedimientos licitatorios que tradicionalmente se ha caracterizado por la opacidad, la falta de agilidad y la exigencia de presentación de documentación ya puesta anteriormente a disposición de la Administración contratante.

---

<sup>126</sup> Como afirma MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, «la huella electrónica no es más que un sistema de actuación administrativa automatizada de firma electrónica para acreditar la presentación de una oferta en un registro electrónico, sistema que debe evitar posibles alteraciones posteriores a la vez que garantizar la integridad (es decir, el contenido exacto o completo) de la oferta presentada. En un segundo momento, y en un plazo máximo de 24 horas, se podría remitir la oferta “propriadamente dicha”» [MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, R. “Régimen general de la administración electrónica en la contratación pública”. Gamero Casado, E., Gallego Córcoles, I. (dir.). *Tratado de Contratos del Sector Público. Tomo II*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2018. Página 1926].

## V. SMART CONTRACTS EN EL ÁMBITO DE LA CONTRATACIÓN PÚBLICA

La utilización de la tecnología blockchain en el ámbito de la contratación pública no se agota en las aplicaciones hasta ahora expuestas, puesto que la conjugación de esta tecnología con los llamados «smart contracts» o «contratos inteligentes», tiene un importante potencial para automatizar y dotar de eficiencia y agilidad en distintos aspectos relacionados con los procedimientos licitatorios.

Así pues, dado el destacado papel que estos contratos inteligentes pueden desempeñar en el sector de la contratación pública, en este apartado vamos a analizar cuáles son sus caracteres fundamentales y las funcionalidades generales que ofrece para, posteriormente, concretar cuáles son las ventajas que ofrece para las licitaciones públicas.

### 1. CONCEPTO DE SMART CONTRACT

Una de las principales aplicaciones de la tecnología blockchain, tal y como se ha señalado por los autores que han abordado su estudio, son los llamados contratos inteligentes —o *smart contracts*, en inglés—. Sobre este concepto, conviene notar que, al igual que sucede con la tecnología blockchain, resulta harto complicado ofrecer una definición unívoca del término «contrato inteligente».

En el contexto de la tecnología blockchain, VIVAS AUGIER se refiere a un contrato inteligente como «un código informático que actúa como un acuerdo vinculante entre dos o más partes cualesquiera, sin necesidad de un intermediario, y cuyas cláusulas se programan previamente otorgándole la capacidad de autoejecutarse validando, así, el cumplimiento de las condiciones de las cláusulas. Dicho de otra forma, cualquier contrato inteligente debe ser totalmente digital, debe tener capacidad sobre activos digitales, debe poder validar el cumplimiento de las condiciones acordadas y debe ejecutarse de forma autónoma y automática»<sup>127</sup>.

---

<sup>127</sup> VIVAS AUGIER, C. “Aplicaciones transversales de la blockchain”. Preukschat, A. (coord.). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Ediciones Gestión 2000. Barcelona. 2017. Página 140.

Otros autores recurren a una mera descripción técnica de los contratos inteligentes. Resulta ilustrativo en este sentido el concepto ofrecido por TUR FAÚNDEZ, que define los smart contracts como secuencias de código y datos que se almacenan en una determinada dirección de la cadena de bloques<sup>128</sup>.

Por último, PRENAFETA señala que los contratos inteligentes «son secuencias de instrucciones o indicaciones destinadas a ser utilizadas, directa o indirectamente, en un sistema informático para realizar una o varias prestaciones de un contrato (por tanto, programas de ordenador), con la particularidad de que, una vez activadas, las partes dejan de tener el control de su cumplimiento, que se realizará por sí mismo»<sup>129</sup>.

En definitiva, gracias a la tecnología blockchain, es posible que programas informáticos lleven a cabo de forma automática la prestación o prestaciones que constituyen el objeto de un contrato y, por consiguiente, el cumplimiento del mismo no depende de la voluntad de las partes implicadas ni de un tercero, sino de la concurrencia de los términos o condiciones previamente establecidos.

## 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS CONTRATOS INTELIGENTES

De las distintas definiciones ofrecidas, resulta posible inferir cuáles son las características esenciales de los contratos inteligentes. En primer lugar, procede señalar que, puesto que se trata de un programa informático, no se encuentran redactados los contratos en lenguaje natural, sino en lenguaje de programación o informático.

Ello obliga a que las partes sean especialmente rigurosas a la hora de configurar o programar los contratos inteligentes, debiendo prever todas las posibles circunstancias y consecuencias que pueden desencadenarse, pues son importantes los problemas que pueden generarse por una defectuosa traducción al lenguaje

---

<sup>128</sup> TUR FAÚNDEZ, C. “*Smart contracts...*”. Op. cit. Página 51.

Del mismo modo, GÓRRIZ LÓPEZ señala que se trata de «un programa informático basado en la tecnología de la cadena de bloques que se autoejecuta sin la intervención de las partes» (GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Página 188).

<sup>129</sup> PRENAFETA RODRÍGUEZ, J. “Smart contracts: aproximación al concepto y problemática legal básica”. Diario La Ley. Nº 8824. 2016. Editorial La Ley.

informático o por la falta de consideración de un supuesto de hecho y la consecuencia a él aparejada<sup>130</sup>.

Otra de las notas características de los contratos inteligentes es que se ejecutan automáticamente por lo que, una vez programado, no se requiere el concurso de la voluntad de las partes involucradas para que se produzca el cumplimiento del contrato una vez que concurre —y así lo comprueban los nodos— el evento o condición estipulada.

En función de este automatismo y puesto que se encuentran en fase de «maduración», los smart contracts están limitados a la producción de eventos que no requieran importantes labores interpretativas, esto es, sujetos a la fórmula condicional «si..., entonces...» —«*if...*, *then...*», en inglés—, por lo que, en cualquier caso, se tratará de operaciones sencillas y de fácil constatación por la cadena de bloques<sup>131</sup>.

No obstante lo anterior, el objetivo es conseguir configurar los smart contracts, no sólo para las operaciones sencillas para las que, en principio, puede servir de soporte, sino también para contemplar y ejecutar automáticamente las prestaciones previstas en el contrato cuando se produzca un evento independiente de la realidad contractual del cual el programa informático no pueda tener conocimiento por sí solo<sup>132</sup>.

Es aquí donde desempeñan un importante papel los «oráculos» —*oracles*, en inglés—, que consisten básicamente en agentes que proveen de información externa a la que el contrato no puede acceder y actúan en representación suya para ejecutar

---

<sup>130</sup> GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Página 190.

<sup>131</sup> Es frecuentemente utilizado el ejemplo del contrato de seguro ofertado suscrito por un pasajero y una compañía aérea y configurado como un contrato inteligente en virtud del cual, si el avión se retrasa un tiempo determinado —evento que es objetivamente constatable gracias a la vinculación del contrato a una base de datos mundiales de tráfico aéreo—, automáticamente se produce una transferencia a favor del asegurado en el sentido pactado en el smart contract, evitando así éste los trámites para la reclamación del importe debido y, por consiguiente, ahorrando costes y tiempo.

<sup>132</sup> Como recuerda TUR FAÚNDEZ, los contratos inteligentes pueden verificar la información que existe en la cadena de bloques, «pero no disponen de recursos para buscar información en el mundo real y discernir cuál es correcta y cuál no lo es. En consecuencia, tampoco pueden determinar, sin la colaboración de agentes externos, si una condición (sea esta suspensiva o resolutoria) se ha cumplido» (TUR FAÚNDEZ, C. “*Smart contracts...*”. Op. cit. Página 111).

acciones externas fuera de su alcance<sup>133</sup>. Como señala GÓRRIZ LÓPEZ, «su finalidad es observar una determinada realidad, a fin de comprobar si se verifica el requisito previsto por las partes para desencadenar la eficacia contractual»<sup>134</sup>. Así pues, si se decide la intervención de un oráculo, los contratos deberán configurarse de manera que la ejecución de los mismos dependa del resultado de la consulta o comprobación realizada por el agente externo y de la acreditación por éste de que su decisión es acertada o basada en hechos objetivos.

Dada la decisiva función asumida en relación con la ejecución de los contratos, resulta fundamental que el agente externo sea, en todo caso, un tercero de confianza y absolutamente objetivo e imparcial para evitar que actúe arbitrariamente, puesto que la introducción de información errónea o manipulada en la cadena de bloques — caracterizada, como ya hemos señalado anteriormente, por su inmutabilidad— puede originar destacados problemas en orden a conseguir un adecuado y justo cumplimiento del contrato.

Además, los contratos inteligentes gozan de un inmenso potencial como consecuencia de la posibilidad de que los mismos interaccionen con activos reales y, además, entre en juego la inteligencia artificial y el denominado «Internet de las Cosas» —*Internet of Things* o *IoT*, en inglés—. Por ello, además de los contratos inteligentes, se habla también de los «contratos programados», que pueden ser definidos como aquellos capaces de combinar la ejecución automatizada de sus prestaciones y su plena interoperabilidad a través del Internet de las Cosas gracias a la detección, por parte de sistemas dotados de inteligencia artificial insertos en su código, de un complejo estado del mundo cuya evolución permita el paulatino ajuste de las recíprocas obligaciones de las partes que se irían reconfigurando en lo necesario para obtener en cada momento el equitativo reparto del excedente contractual en los términos y proporción que hubiere sido acordado<sup>135</sup>.

---

<sup>133</sup> VIVAS AUGIER, C. “Aplicaciones transversales de la blockchain”. Op. cit. Página 142.

En este mismo sentido, TUR FÁUNDEZ los define como «empresas externas respecto a la cadena de bloques que pueden facilitar al programa cualquier tipo de información» (TUR FÁUNDEZ, C. “*Smart contracts...*”. Op. cit. Página 112).

<sup>134</sup> GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Página 191.

<sup>135</sup> GARCÍA GIL, V. J. “*De qué hablamos cuando hablamos de ‘smart contracts’*”. Disponible en: [https://blogs.elconfidencial.com/espana/blog-fide/2018-04-26/smart-contracts\\_1555216/](https://blogs.elconfidencial.com/espana/blog-fide/2018-04-26/smart-contracts_1555216/) (última visita: 20/07/2018).

De este modo, son los propios activos y bienes quienes, de acuerdo con la información que manejan, deciden el perfeccionamiento de un contrato acorde a sus necesidades, de manera que no sólo se omite la intervención humana para la ejecución y cumplimiento del contrato, sino que incluso puede llegar a desaparecer la necesidad de que los efectivos contratantes deban participar en la celebración y perfeccionamiento del contrato gracias a la inteligencia artificial.

El automatismo y autonomía de los contratos inteligentes en relación a la ejecución y cumplimiento de los acuerdos entre partes —e incluso, como hemos visto, para su perfeccionamiento— aporta una serie de beneficios al tráfico jurídico que convierten a los smart contracts en una herramienta con un destacado potencial innovador.

De esta manera, el incumplimiento se convierte en un escenario improbable y desaparece la necesidad de que el acreedor intime al deudor para que cumpla con la obligación derivada del contrato, motivo por el cual el automatismo de los contratos inteligentes proporciona seguridad jurídica por cuanto las partes no pueden modificarlos unilateralmente ni impedir su ejecución, impidiéndose el surgimiento de problemas relacionados con la mala fe de los contratantes —dolo— o un comportamiento negligente por su parte<sup>136</sup> y reduciéndose drásticamente las controversias que puedan surgir, por lo que habrá una menor litigiosidad —tanto judicial como arbitral—, lo que redundará en un considerable ahorro en costes transaccionales, tanto económicos como temporales.

En definitiva, dada la propia idiosincrasia de los contratos inteligentes, son destacables los beneficios que su implementación supone para el tráfico jurídico, motivo por el cual resulta fundamental, por un lado, crear un escenario legal que

---

<sup>136</sup> GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología blockchain y contratos inteligentes”... Op. cit. Página 175.

No obstante, señala este mismo autor, ello convierte a los smart contracts en un instrumento especialmente rígido que no permite a las partes —salvo que lo hayan contemplado expresamente al programar el acuerdo— flexibilizar las condiciones pactadas —por ejemplo, demorando el plazo de pago—.

En este sentido, se pronuncia BOUCHER cuando afirma que «los contratos inteligentes pueden ser inflexibles e incapaces de adaptarse a circunstancias cambiantes o a las preferencias de las partes. No puede responderse a todas las preguntas posibles con antelación y siempre habrá circunstancias imprevistas que exijan una interpretación de la aplicación de las cláusulas contractuales. El código es sencillamente demasiado rígido para que todos los contratos se determinen de manera algorítmica. La resolución de litigios contractuales y el cumplimiento de cláusulas contractuales pueden presentar dificultades a medida que se desarrolle este ámbito» (BOUCHER, P. “Cómo puede cambiar nuestra vida...”. Op. cit. Página 16).

permita su plena operatividad tanto en el ámbito privado como público y, por otro, tratar de encontrar solución a los problemas de que adolece estos contratos basados en programas informáticos y que constituyen un lastre para su plena adopción.

### 3. APLICACIONES CONCRETAS DE LOS SMART CONTRACTS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTRATACIÓN PÚBLICA

Tras el análisis de las cuestiones principales en torno a los smart contracts, especial atención merece, dado su destacado potencial, su utilización e implementación en materia de contratación pública y, concretamente, en la tramitación y resolución de los procedimientos licitatorios y posterior control y ejecución del contrato.

Una vez presentadas y aceptadas las ofertas tras la comprobación mediante el cotejo de las huellas electrónicas de su autenticidad y la no modificación de la documentación que la integra, de gran utilidad pueden resultar los smart contracts como instrumento para el análisis de las ofertas formuladas y, concretamente, para la valoración de las mismas y la formulación de una propuesta de adjudicación.

En principio, encontrándose en un estado tan inicial el proceso de maduración de esta tecnología, los smart contracts únicamente pueden servir para la valoración de ofertas que exclusivamente respondan a criterios de adjudicación mediante la mera aplicación de fórmulas establecidas en los pliegos —como ocurre en el procedimiento abierto simplificado abreviado regulado en el artículo 159.6 de la LCSP—.

En estos casos, el contrato inteligente estará programado de manera tal que, una vez cerrado el plazo de presentación de ofertas, seleccionará de forma automatizada aquella que obtenga una mayor puntuación de acuerdo con las fórmulas previamente establecidas y generará una propuesta de resolución para el órgano de contratación o, incluso, que el contrato sea directamente adjudicado<sup>137</sup>.

---

<sup>137</sup> Ello permite volver al concepto de actuación administrativa automatizada contemplado legalmente en el artículo 41 de la LRJSP, puesto que la valoración de criterios objetivos, gracias al uso de smart contracts y la interoperabilidad de la red blockchain, puede efectuarse de forma automatizada, sin tener que acudir a arduos procesos de requerimiento de información a otros registros u obligar a los licitadores a aportar documentación ya obrante en poder de los sujetos integrantes del sector público.

No obstante lo anterior, en tanto en cuanto no se dispone de la posibilidad de residenciar en los smart contracts la valoración de ofertas que incluyan criterios que deban ser objeto de juicios de valor y que no respondan a fórmulas o situaciones objetivas fácilmente evaluables, los mismos sí pueden realizar tareas de destacada relevancia en la selección del adjudicatario. Por ejemplo, a los efectos de acreditar la solvencia económica del licitador, los contratos inteligentes pueden ser programados para realizar las comprobaciones pertinentes y, además de verificar a través de la red blockchain que la documentación presentada no ha sido falseada o manipulada, podrán conectarse a una eventual red de entidades financieras en la que cada licitador disponga de una identidad digital asociada a su solvencia económica como atributo otorgado por las referidas entidades financieras a través de las correspondientes evaluaciones de riesgos.

De esta forma, se evita el riesgo de que la documentación presentada por los licitadores sea torticeramente manipulada y que la solvencia económica que a través de la oferta presentada se pretende acreditar no se compadezca con la realidad y las exigencias de los pliegos de la licitación, lo que puede ocasionar graves disfuncionalidades en la ejecución del contrato adjudicado.

Asimismo, los contratos inteligentes pueden ser configurados para que, en la valoración de las ofertas presentadas por los licitadores, sean tenidas en cuenta cuestiones tales como la reputación en la red blockchain de dichos licitadores, de manera tal que les sea asignada determinada puntuación en función de si la actuación desplegada en la prestación de contratos públicos ha sido diligente y se ha cumplido con la totalidad de las obligaciones contempladas en los pliegos.

La valoración de la reputación de los licitadores podría valorarse mediante la comprobación, a través de registros públicos conectados a una red blockchain, de la conducta desplegada por un licitador en otros contratos públicos en los que haya intervenido como adjudicatario a los efectos de conocer, entre otras cuestiones, si ha

---

Ello, sin duda, como defiende CERRILLO I MARTÍNEZ en relación al empleo de medios electrónicos en general, puede servir para «disminuir la discrecionalidad de los empleados públicos, facilitando la comprobación de la concurrencia de los criterios objetivos establecidos directamente por las aplicaciones sin necesidad de que intervenga una persona» [CERRILLO I MARTÍNEZ, A. “*El principio de integridad en la contratación pública. Mecanismos para la prevención de los conflictos de intereses y la lucha contra la corrupción*”. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2014. Página 154].

incurrido en retrasos en la ejecución del contrato, los posibles incumplimientos o la resolución culpable de los contratos<sup>138</sup>.

Así pues, registros públicos como el Registro Oficial de Licitadores y Empresas Calificadas del Sector Público —regulado en los artículos 337 y ss. de la LCSP—, en el que se hacen constar los datos y circunstancias que resulten relevantes para acreditar las condiciones de aptitud de los empresarios para contratar con las Administraciones Públicas y demás organismos y entidades del sector público, resulta fundamental que su funcionamiento y procedimiento de registro de la información sea gestionado a través de una red blockchain a la que puedan conectarse los contratos inteligentes para valorar de una forma automatizada y eficaz la capacidad de los distintos licitadores.

Siendo estas algunas de las alternativas de que se disponen para la valoración de las ofertas mediante contratos inteligentes, existen algunos tipos de contratos licitados por las Administraciones públicas que pueden ser directamente adjudicados al licitador seleccionado mediante un smart contract y que las prestaciones a cumplir tanto por el adjudicatario como el órgano de contratación se automaticen.

Así pues, imagínese que una Administración —por ejemplo, un Ayuntamiento— decide enajenar una parcela de su propiedad. A través de un smart contract es posible seleccionar aquella oferta que cumpla con los escasos criterios económicos exigidos y, una vez adjudicado el contrato y abonado el importe exigido, se automaticen la transferencia de la titularidad del inmueble al adjudicatario e incluso la anotación de la operación en el Registro de la Propiedad.

Por último, mención especial merece la posibilidad de que los contratos públicos sean ejecutados a través de smart contracts. Ciertamente, dado el estado inicial de maduración y desarrollo de esta tecnología, sus usos quedan reducidos a la automatización de la ejecución de prestaciones mediante la comprobación de hechos objetivos y fácilmente comprobables a través de la red blockchain.

---

<sup>138</sup> No obstante, en mi opinión, la configuración de los contratos inteligentes para que procedan a comprobar cuál es la reputación del licitador debe realizarse con suma atención y cautela por cuanto, por ejemplo, no puede quedar vedada de plano la posibilidad de resultar adjudicatario de un licitador que por circunstancias coyunturales no cumplió adecuadamente en otros procedimientos licitatorios con sus obligaciones como adjudicatario, lo cual resulta harto complicado si la evaluación de la reputación de un licitador se produce analizando la información registrada en una red blockchain que, como se ha expuesto en el presente trabajo, es inmutable e inalterable.

En cuestiones tales como la valoración de si una obra ha sido realizada diligentemente o la prestación de un servicio se adecúa a las exigencias de los pliegos del contrato, los smart contracts, al tener vedada la posibilidad de emitir juicios de valor, no pueden entrar a analizar y decidir con base en cuestiones que pueden ser objeto de interpretación y controversia<sup>139</sup>. En estos casos, como complemento a la utilización de los smart contracts, cabe acudir a un instrumento de gran utilidad como son los denominados oráculos, esto es, agentes externos y objetivos que proveen información a la que el contrato no puede acceder y lo sustituyen para ejecutar acciones externas fuera de su alcance.

De este modo, gracias a la existencia de estos agentes, resultaría posible la pronta implementación de los contratos inteligentes para automatizar y agilizar la realización de aquellos trámites para los que resultan plenamente efectivos y útiles, pero disponiendo siempre de estos «oráculos» a los efectos de cubrir las lagunas técnicas y de programación de que adolezcan los smart contracts.

En definitiva, de lo expuesto cabe concluir que, a pesar de las limitaciones técnicas con que cuentan, los smart contracts, en conjunción con la tecnología blockchain, pueden desempeñar un importante papel en la consecución de una tramitación más eficiente y ágil de los procedimientos licitatorios, llegándose incluso, en función de las prestaciones a realizar y cuando esta tecnología se encuentre en un estado más avanzado de desarrollo, a lograr una ejecución automatizada de los mismos.

---

<sup>139</sup> Así pues, en un smart contract, dado que es irreversible y sus consecuencias necesariamente deben estar contempladas todas las posibles situaciones. Imaginemos que un contratista renuncia unilateralmente, de conformidad con la posibilidad que legalmente tienen atribuida, a un contrato, lo cual es causa de resolución del mismo. No obstante lo anterior, dado que la renuncia unilateral puede producirse, por ejemplo, por el carácter manifiestamente ruinoso y deficitario del servicio prestado, no necesariamente se producirá la resolución culpable del contrato, lo cual deberá ser determinado por un agente externo e imparcial y, en caso de que la controversia entre las partes no sea resuelta, serán los tribunales los que deberán decidir sobre la responsabilidad de la resolución contractual.

De este modo, constituyendo el supuesto de hecho planteado una situación sujeta a interpretación y no fácilmente constatable a través de hechos objetivos y fórmulas matemáticas, los smart contracts no pueden ser configurados para decidir automáticamente sobre esta cuestión y, por consiguiente, requerirán la ayuda de un oráculo que le permita conocer cuándo deben incautar las garantías aportadas en su día por el contratista y cuando proceder a resolver el contrato sin exigir responsabilidad alguna.

## VI. EL NUEVO MODELO DE GOBERNANZA BASADO EN BLOCKCHAIN

La transformación digital que en distintos sectores de la Administración pública puede impulsar la implantación de la tecnología blockchain debe traducirse necesariamente en la búsqueda de solución a los principales inconvenientes que plantea. Por ello, en este proceso de modernización tecnológica debe tratar de lograrse un equilibrio entre obtener el máximo rédito posible a las ventajas que ofrece esta herramienta y garantizar el pleno respecto de los derechos de los ciudadanos<sup>140</sup>.

A este último respecto, no puede obviarse que la valoración del uso de blockchain debe necesariamente venir acompañado de un análisis de las implicaciones jurídicas que plantea en orden a impedir que su destacado potencial transformador pueda quedar lastrado por una inadecuada configuración de su implantación en la Administración pública que suponga un estancamiento en el tradicional paradigma de un sector público opaco para los ciudadanos e ineficaz desde el punto de vista de la interoperabilidad y la garantía de los derechos de los administrados.

Precisamente para evitar este estancamiento en el paradigma actual, la automatización e interoperabilidad que la tecnología blockchain ofrece puede suponer que el procedimiento administrativo tal y como tradicionalmente ha venido configurado —mantenido en la reforma legislativa del año 2015— quede carente de objeto como consecuencia de una respuesta instantánea de la Administración a las solicitudes de los interesados sin necesidad de la realización de trámite alguno por el órgano competente.

Así pues, la automatización de las decisiones administrativas mediante la implantación de la tecnología blockchain en el sector público supone inexorablemente limitar de forma considerable el papel hasta ahora desempeñado por las personas físicas que se encuentran al frente de los órganos y unidades

---

<sup>140</sup> En este sentido, como afirma VALERO TORRIJOS, «se trata, en definitiva, de establecer unas garantías equivalentes a las que configuran la posición jurídica del ciudadano cuando se relaciona con la Administración Pública de forma presencial utilizando el soporte papel» [VALERO TORRIJOS, J. “Seguridad, tecnología y Administración Pública electrónica: La necesaria reconfiguración del alcance de las garantías jurídicas ante la innovación tecnológica”. Criado, J. I., Gil-García, J. R. y Téllez, J. C. (Eds.). *Tecnologías de información y comunicación en la Administración Pública: conceptos, enfoques, aplicaciones y resultados*. Infotec. México. 2017. Página 141].

administrativas. Asimismo, las redes blockchain, tal y como fueron originariamente configuradas, constituyen un registro de datos inmutable e irreversible, por lo que la automatización de la actuación administrativa puede ocasionar problemas derivados de la constancia en la cadena de bloques de datos que no se ajustan a la realidad y, por consiguiente, puede dar lugar a la generación de actos administrativos no ajustados a Derecho.

En este contexto, resulta fundamental articular las condiciones concretas para los actos administrativos adoptados como consecuencia de una decisión automatizada no incurran en vicios de invalidez y adoptar las cautelas necesarias para garantizar el pleno respeto de los derechos de los administrados, por cuanto el hecho de que las personas físicas encargadas de los órganos administrativos queden relegadas a un papel secundario puede suponer que, por ejemplo, se reconozcan determinados derechos o se impongan sanciones cuando, de acuerdo con las circunstancias existentes fuera de la cadena de bloques, ello no deba producirse de conformidad con la legalidad vigente<sup>141</sup>.

Asimismo, la simplificación y automatización de los procedimientos a través de la tecnología blockchain obliga a realizar un importante esfuerzo por los distintos sujetos públicos, incluso a nivel supranacional, a los efectos de alcanzar el consenso preciso para emplear un protocolo común, dejando atrás las tradicionales resistencias a que una Administración pública pudiera acceder a la información manejada por otra como consecuencia de una irracional desconfianza mutua, lo que perjudica considerablemente a cualquier intento de cooperación y actuación coordinada y coherente entre Administraciones e impide el cumplimiento de las previsiones contenidas en el artículo 155 de la LRJSP.

En la necesaria búsqueda de un protocolo común que permita un funcionamiento eficiente de la red blockchain, no puede obviarse por las Administraciones públicas que participen en el proceso de implantación que inexcusablemente deberá cumplirse con las normas contempladas en los Esquemas

---

<sup>141</sup> Como señala a este respecto PALOMAR OLMEDA, «debemos recordar que el tránsito de una Administración burocrática (en sentido tradicional y centrada en la utilización de papel como último reflejo de la existencia y acumulación de trámites) a una Administración esencialmente tecnológica no es nada sencillo ya que exige adaptar algunos de los conceptos tradicionales del Derecho Administrativo, en general, y del acto administrativo, en particular» [PALOMAR OLMEDA, A. “*La actividad administrativa efectuada por medios electrónicos. A propósito de la Ley de Acceso Electrónico a las Administraciones Públicas*”. Thomson Reuters-Aranzadi. Cizur Menor (Navarra). 2007. Página 43].

nacionales de Seguridad e Interoperabilidad contempladas en el artículo 156 de la LRJSP, de manera que las garantías de seguridad, integridad y disponibilidad queden debidamente salvaguardadas.

Además, la configuración de la tecnología blockchain como modelo de gestión documental debe procurar la garantía de los derechos de los administrados y, especialmente, el acceso a la información pública, dotando a la Administración pública de un funcionamiento transparente y abierto a la fiscalización por parte de la ciudadanía del modo en que se gestionan los asuntos públicos, de manera que la posición jurídica de ésta se vea reforzada gracias a la utilización de una herramienta electrónica como blockchain que permite disponer a todos los nodos intervinientes en la red de una copia exacta e íntegra de todos los datos obrantes en la cadena de bloques.

No obstante lo anterior, la disponibilidad de una copia exacta de un registro en el que consta una cantidad ingente de datos —algunos difícilmente comprensibles— puede suponer un obstáculo a un eficiente y útil acceso a la información pública por parte de los ciudadanos por cuanto puede desincentivar e incluso impedir un conocimiento real y efectivo de todo aquello que consta en los registros de las Administraciones públicas, lo que redundará en una merma de las posibilidades de fiscalización y control de la actividad desplegada por el sector público.

De este modo, la configuración de las redes blockchain necesariamente debe articular el medio para que la ciudadanía pueda acceder a la información pública de manera que se garantice el escrutinio de la actividad desplegada por las Administraciones públicas y, además, se garantice la plena disponibilidad de la información con fines de reutilización.

Partiendo de estas premisas, resulta fundamental que la implantación de esta tecnología, aprovechando los múltiples beneficios que ofrece, venga acompañada de una configuración de las redes blockchain en las Administraciones públicas que tenga en cuenta las garantías jurídicas a salvaguardar, pero, de forma especialmente cautelosa, asegure la interoperabilidad entre los sujetos públicos y la transparencia de su actividad a los efectos de que los derechos de los ciudadanos queden plenamente asegurados.

## **VII. CONCLUSIONES**

En virtud de lo expuesto, resulta evidente el potencial transformador y disruptivo de la tecnología blockchain en el modo en que se realizan las transacciones, por cuanto el uso de esta herramienta puede suponer la eliminación —o, como mínimo, atenuación— de las desproporcionadas potestades que tienen atribuidas actualmente las llamadas «autoridades centrales» —esto es, Administraciones públicas, instituciones financieras, etc.—.

Efectivamente, el valor añadido de blockchain se reside en la posibilidad de ofrecer un registro inmutable de datos cuya copia exacta e íntegra se encuentra distribuida entre todos los nodos intervinientes en la red, de modo tal que cualquiera de ellos pueda conocer las transacciones que en dicha red tienen lugar. Asimismo, el registro de las transacciones en la cadena de bloques se reside en todos los nodos o, al menos, en aquellos efectivamente determinados por la red, lo que posibilita la participación de cualquier usuario del sistema a efectos de intervenir en el proceso de anotación de información en la cadena de bloques.

A este respecto, dado que todos los intervinientes en la red disponen de una copia exacta y fidedigna del registro de datos, el sistema es absolutamente transparente y trazable. Del mismo modo, como las transacciones son anotadas en la cadena de bloques a través del conocido como «sellado de tiempo», es posible disponer de un registro inmutable a los efectos de que los participantes en el sistema gocen de la seguridad de que la información que obra en la red blockchain no ha sido manipulada o alterada irregularmente por una autoridad central o intermediario.

Asimismo, los datos se encuentran anotados en la cadena de bloques a través de un sistema de doble clave basado en la criptografía asimétrica en el que cada nodo cuenta con una clave pública que se retransmite y distribuye por toda la red y mediante la cual se cifran las transacciones y se identifica a un miembro frente al resto de la red y otra privada a la que se encuentra matemáticamente asociada y en virtud de la cual se procede a la descifrado de los datos y que posibilita la firma para la realización de transacciones en la red. Por ello, la criptografía asimétrica convierte a cada uno de los participantes en el sistema del pleno control de sus datos, dificultando la utilización ilegítima de los mismos.

Todo este registro de datos se efectúa en el marco de un protocolo común que permite que todos los participantes en la red tengan plena constancia de todo cuanto acontece en el seno de la cadena de bloques, por lo que la conexión e interoperabilidad entre ellos es absoluta, lo cual permite la agilización y

racionalización de las transacciones que se efectúan e, incluso, posibilita la automatización de las mismas.

Por los motivos antedichos, la tecnología blockchain puede suponer un salto cualitativo para la necesaria transformación digital que debe producirse en el sector público y, especialmente, para que el respeto de los derechos de los administrados cuente con una herramienta que facilite dicha tarea por los propios caracteres y beneficios que ofrece.

Así pues, una configuración adecuada de la tecnología blockchain por parte de las Administraciones públicas debe servir para dotar de transparencia, en aquellos ámbitos en que sea posible en virtud de los intereses concurrentes, a los procedimientos administrativos a efectos de, por un lado, facilitar la función fiscalizadora de la actividad desarrollada por los poderes públicos, y, por otro, tener un conocimiento exacto y actualizado de todos los trámites realizados en aquellos expedientes en que se cuente con la condición de interesado.

Asimismo, la tecnología blockchain debe contribuir —pues de lo contrario no se aprovecharían las bondades que ofrece— a garantizar la interoperabilidad entre los archivos y registros de las Administraciones públicas, debiendo constituirse, siempre con pleno respeto a los derechos e intereses concurrentes, redes que aglutinen sujetos públicos de Administraciones con distintos niveles de competencias —europea, estatal, autonómica y local—.

De esta manera, se fomenta la interoperabilidad entre Administraciones públicas, permitiendo la constitución de una especie de registro electrónico único para todos los sujetos integrantes del sector público, de manera que se superan las previsiones contenidas en la normativa en materia de procedimiento administrativo y de régimen jurídico del sector público, amén de otras legislaciones vigentes como la promulgada recientemente en materia de contratación pública. De este modo, un funcionamiento coherente y coordinado de las distintas Administraciones públicas que de forma directa o indirecta intervienen en un determinado procedimiento, redundará, sin género de dudas, en un ejercicio más eficiente de las potestades públicas y, por consiguiente, en la garantía de los derechos de los administrados.

Así, la consecuencia primera de la existencia de interoperabilidad entre Administraciones públicas que una configuración adecuada de la tecnología blockchain debe llevar aparejada, puede suponer la definitiva salvaguarda y protección del derecho a no aportar los documentos obrantes en poder de las

Administraciones públicas o elaborados por las mismas; derecho contemplado en el artículo 53.1.d) de la LPAC y que de forma recurrente es conculcado por los sujetos públicos.

En este mismo sentido, el hecho de que circunstancias que constan acreditadas ante la Administración o en registros públicos —como el mercantil o el de la propiedad— no deban ser probadas mediante la obtención de certificaciones o medios similares por los interesados es una circunstancia a la que contribuye la tecnología blockchain por cuanto permite la interconexión de los sujetos públicos con las bases de datos de los registros públicos, facilitando, por ejemplo, la acreditación de la titularidad del dominio de una finca o la condición de representante de una sociedad mercantil sin que resulte preciso que el interesado aporte el correspondiente título acreditativo o una certificación registral y con la seguridad de que todo cuanto consta en el registro no ha sido manipulado por cuanto cada uno de los nodos intervinientes en la correspondiente red dispone de una copia exacta e íntegra del registro.

Todo ello, además de una más adecuada garantía de los derechos de los administrados, redundará en una mayor eficiencia y agilidad en la tramitación de los procedimientos administrativos, permitiendo incluso la automatización de aquellos en los que los órganos competentes únicamente disponen de potestades regladas, por lo que, constando toda la documentación requerida normativamente en la base de datos que ofrece blockchain, la decisión a adoptar por la Administración pública correspondiente se automatiza.

Especial relevancia adquiere también la utilización de la tecnología blockchain en el ámbito sanitario por cuanto, además de permitir la racionalización de los procesos sanitarios dada la existencia de un registro único de la información, posibilita evitar la realización de pruebas redundantes por innecesarias y, asimismo, disponer de un repositorio de datos que permita anticipar y automatizar la adopción de decisiones. De igual manera, blockchain permite contar con un registro único en el que los distintos centros sanitarios puedan anotar cualquier cuestión relativa al estado de salud de un paciente y, por consiguiente, disponer de una imagen fiel y actualizada de la biografía sanitaria de una persona.

No obstante lo anterior, el verdadero potencial de esta tecnología en el ámbito sanitario consiste en residenciar el control de la historia clínica y el acceso a la misma en el propio paciente, de manera tal que su modificación y consulta por el personal sanitario —e, incluso, el personal administrativo de los centros— pueda ser

conocido en todo momento por el titular los datos de salud contenidas en la historia clínica. Para ello, gracias a la criptografía asimétrica, el paciente puede, además de disponer del pleno control del acceso a sus datos sanitarios, decidir cuáles de esos datos facilita y a quién en función de sus intereses concretos.

En el sector de la contratación pública, la tecnología blockchain puede servir de sustento a un funcionamiento más eficiente y ágil de los procedimientos, permitiendo la automatización de aquellos en que la adjudicación de los contratos aparece condicionada al cumplimiento de una serie de criterios objetivos —como la capacidad de obrar— o que puedan ser determinados mediante fórmulas. Así pues, la documentación que conste en el registro único que ofrece blockchain permite, nuevamente, que los licitadores no deban aportar la documentación que ya obre en poder de las Administraciones públicas o acreditativa de situaciones o derechos que consten anotados en registros públicos.

Un destacado papel pueden desempeñar en los procedimientos de contratación pública los contratos inteligentes o smart contracts, que contribuyen de forma definitiva a la agilización de los procedimientos gracias a la posibilidad de que trámites como la valoración de las ofertas, la adjudicación del contrato e, incluso, en algunos supuestos tasados, la ejecución del mismo pueda realizarse de forma automatizada sin que sea precisa la concurrencia de la efectiva voluntad y actuación de las partes contratantes.

Por todo lo anterior, aunque la tecnología blockchain se encuentra en un estado inicial de desarrollo y no es posible determinar con exactitud el verdadero potencial y poder transformador de la misma, resulta preciso que por las Administraciones públicas se realice un esfuerzo para impulsar la introducción en el funcionamiento del sector público de una herramienta que de forma definitiva puede suponer la transformación digital de la Administración.

Para ello, resulta indispensable que por parte de los distintos sujetos públicos se configuren redes blockchain que tiendan a una inclusión del mayor número de Administraciones con competencias en la materia, traspasando las fronteras nacionales a los efectos de facilitar, por un lado, la concurrencia en los procedimientos administrativos de ciudadanos y empresas de otros estados miembros de la Unión Europea y, por otro, facilitar el control por parte de las instituciones comunitarias del ejercicio por las Administraciones públicas de aquellas potestades en que cuentan con competencias.

En este sentido, resulta fundamental que la configuración de la tecnología blockchain por las autoridades competentes no suponga un estancamiento en el actual paradigma de falta de interoperabilidad entre Administraciones públicas y de conculcación continua de los derechos de los administrados en el marco de los procedimientos administrativos, por cuanto ello puede suponer que el empleo de la cadena de bloques en el sector público no lleve aparejado el aprovechamiento de todas las bondades y beneficios que aporta.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

AA.VV. “La contratación pública electrónica como medio para hacer efectiva la transparencia administrativa”. *Revista de Estudios Locales*. Nº 168. 2014. Cunal.

ABERASTURI GORRIÑO, U. “*La protección de datos en la sanidad*”. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2013.

ALAMILLO DOMINGO, I. “La regulación de la tecnología: la superación del modelo papel como elemento de transformación digital innovadora”. Martín Delgado, I. (dir.). *La reforma de la Administración electrónica: una oportunidad para la innovación desde el Derecho*. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid. 2017.

ANGUIANO JIMÉNEZ, J. M. “Blockchain: Fundamentos y perspectiva jurídica. De la confianza al consenso”. *Diario La Ley*. Nº 18. Editorial Wolters Kluwer. Madrid. 2018.

BEL ROIG, J., DOLADER RETAMAL, C. y MUÑOZ TAPIA, J. L. “La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas”. *Economía industrial*. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Nº 405. 2017.

BERNING PRIETO, A. D. “La Administración electrónica y los servicios públicos digitales al albor de los progresos de la Unión Europea y el “Horizonte Europa 202”. Su relación con las Leyes 39/2015, de Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas y 40/2015, de Régimen Jurídico del Sector Público”. Martín Delgado, I. (dir.). *La reforma de la Administración electrónica: una oportunidad para la innovación desde el Derecho*. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid. 2017.

BOUCHER, P. BOUCHER, P. “Cómo puede cambiar nuestra vida la tecnología de la cadena de bloques”. *Servicio de Estudios del Parlamento Europeo*. 2017. Bruselas.

BUSTOS PRETEL, G. “El archivo en la era Blockchain”. *El Consultor de los Ayuntamientos*. Nº 1. Editorial Wolters Kluwer. Madrid. 2018.

CAPILLA RONCERO, F. “*Derecho digital: retos y cuestiones actuales*”. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2018.

CERRILLO I MARTÍNEZ, A. “La colaboración ciudadana en la lucha contra la corrupción a través de medios electrónicos”. *Revista Aranzadi de Derecho y Nuevas Tecnologías*. Nº 35. 2014. Aranzadi.

- “*El principio de integridad en la contratación pública. Mecanismos para la prevención de los conflictos de intereses y la lucha contra la corrupción*”. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2014.
- “El uso de medios electrónicos en la difusión de la información pública”. Fernández Salmerón, M. y Valero Torrijos, J. (coord.) *Régimen jurídico de la transparencia en el sector público. Del derecho de acceso a la reutilización de la información*. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2014.
- “¿Cómo facilitar el ejercicio de los derechos de los ciudadanos en la Administración electrónica?”. Delgado García, A. M. *Nuevas tendencias en Internet, Derecho y Política*. Huygens. Barcelona. 2016.
- “Los principios de los datos abiertos en la legislación española”. Delgado García, A. M. *Nuevas tendencias en Internet, Derecho y Política*. Huygens. Barcelona. 2016.

CERVERA RUIZ, P. “Smart contracts: la eficacia autónoma”. *Estrategia Financiera*. Nº 343. 2016. Wolters Kluwer.

CRISTEA UIVARU, L. “*La protección de datos de carácter sensible: Historia Clínica Digital y Big Data en Salud*”. Editorial Bosch. Barcelona. 2018.

DAVARA FERNÁNDEZ DE MARCOS, E. “Los smart contract”. *Actualidad Administrativa*. Nº 7. 2017. Wolters Kluwer.

DE ANGULO RODRÍGUEZ, J. “*La modernización de los registros. Una reforma estructural pendiente y un proyecto de datos*”. Comares. Granada, 2015.

DE FILIPPI, P., REYMOND, M. “La Blockchain: comment réguler sans autorité”. Ninot, T. (dir.) *Numérique: reprendre le contrôle*. Framabook. 2016.

DE LA MORENA LÓPEZ, J. “Principios generales de la contratación del sector público”. *Contratación Administrativa Práctica*. Nº 139. 2015. Editorial Wolters Kluwer.

EFANOV, D. y ROSCHIN, P. “The all-pervasiveness of the blockchain technology”. *Promedia Computer Science*. 2018.

ECHEVARRÍA SÁENZ, M. “Contratos electrónicos autoejecutables (Smart Contract) y pagos con tecnología blockchain”. *Revista de Estudios Europeos*. Nº 70. 2017. Instituto de Estudios Europeos (Universidad de Valladolid).

FELIU REY, J. “Smart Contract: Concepto, ecosistema y principales cuestiones de Derecho privado”. *La Ley Mercantil*. Nº 47. Wolters Kluwer. Madrid. 2018.

FERNÁNDEZ HERGUETA, R. “El sector público y el uso de la blockchain”. Preukschat, A. (coord.). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Ediciones Gestión 2000. Barcelona. 2017.

FERNÁNDEZ RAMOS, S., PÉREZ MONGUIÓ, J. M. “*El derecho de acceso a la información pública en España*”. Thomson Reuters-Aranzadi. Cizur Menor (Navarra). 2017.

FERNÁNDEZ SCAGLIUSI, M. A. “Los cambios en la Administración electrónica: riesgos y oportunidades”. Capilla Roncero, F. y otros (dir.). *Derecho digital: retos y cuestiones actuales*. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2018.

FONDEVILA MARTÍN, J. “Seguridad en la utilización de medios electrónicos. El Esquema Nacional de Seguridad”. Gamero Casado, E. (dir.), Fernández Ramos, S. y Valero Torrijos, J. (coord.). *Tratado de Procedimiento Administrativo Común y Régimen Jurídico Básico del Sector Público*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017.

GALLEGO CÓRCOLES, I. “Breves notas sobre el uso de medios electrónicos en la contratación pública”. Martín Delgado, I. (dir.). *La reforma de la Administración electrónica: una oportunidad para la innovación desde el Derecho*. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid. 2017.

- “Contratación pública e innovación tecnológica”. *Revista Española de Derecho Administrativo*. Nº 184. 2017. Civitas.

GAMERO CASADO, E. “Administración electrónica e interoperabilidad”. Martín Delgado, I. (dir.). *La reforma de la Administración electrónica: una oportunidad para la innovación desde el Derecho*. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid. 2017.

GIMENO FELIÚ, J. M. “*El nuevo paquete legislativo comunitario sobre contratación pública (El contrato público como herramienta del liderazgo institucional de los poderes públicos)*”. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2014.

- “Hacia una nueva ley de contratos del sector público. ¿Una nueva oportunidad perdida?”. *Revista Española de Derecho Administrativo*. Nº 182. 2017. Civitas.
- “Medidas de prevención de la corrupción y refuerzo de la transparencia en la contratación pública”. *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica*. Nº 7. 2017. Instituto Nacional de Administración Pública.

GÓMEZ MANRESA, M. F. “Retos de la contratación pública electrónica”. *Revista Aragonesa de Administración Pública*. Nº 47-48. 2016. Zaragoza. Instituto Aragonés de Administración Pública.

GONZÁLEZ ALONSO, A. “La contratación pública electrónica”. *Revista CEFLEGAL*. Núms. 127-128. 2011. CEF.

GONZÁLEZ-ESPEJO GARCÍA, M. J. “*Blockchain: la cuarta revolución industrial*”. Lefebvre. Madrid. 2018.

GONZÁLEZ GRANADO, J. “Retos del bitcoin y de la blockchain”. Capilla Roncero, F. y otros (dir.). *Derecho digital: retos y cuestiones actuales*. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2018.

GONZÁLEZ-HABA GUIADO, V. M. “Unión Europea, nuevas tecnologías y modernización administrativa”. *El Consultor de los Ayuntamientos*. Nº 10. 2003. Wolters Kluwer.

GONZÁLEZ MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M. “*Enteder blockchain. Una introducción a la tecnología de registro distribuido*”. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2017.

GÓRRIZ LÓPEZ, C. “Tecnología Blockchain y contratos inteligentes”. Navas Navarro, S. (dir.). *Inteligencia artificial. Tecnología. Derecho*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017.

GUDÍN RODRÍGUEZ-MAGARIÑOS, F. “*Nuevo Reglamento Europeo de Protección de Datos versus Big Data*”. Tirant lo Blanch. Valencia. 2018.

HERENCIA, J. “Desafíos y oportunidades en el tránsito hacia un nuevo paradigma”. *Revista Agorachain*. Nº 4. 2018. Agorachain.

HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F. “Procedimiento abierto y procedimiento abierto simplificado”. Gamero Casado, E., Gallego Córcoles, I. (dir.). *Tratado de Contratos del Sector Público. Tomo II*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2018.

HERRERO POMBO, C. “Comentario sobre la Sentencia del Tribunal de Justicia de la UE de 1 de octubre de 2015 y sus consecuencias para el marco europeo de interoperabilidad”. *El Consultor de los Ayuntamientos*. Nº 3. 2017. Editorial Wolters Kluwer.

IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J. “*Blockchain: primeras cuestiones en el ordenamiento español*”. Dykinson. Madrid. 2018.

- “Smart contract y notariado español: algunas claves orientadoras”. *La Ley Mercantil*. Nº 48. 2018. Wolters Kluwer.

JIMÉNEZ FRANCO, E. “Administración Pública y Corrupción: iniciativas de *lege ferenda* para una nueva cultura de integridad”. *Actualidad Administrativa*. Nº 5. 2012. La Ley.

JUÁREZ RODRÍGUEZ, G., PINEDA NEBOT, C. y ROMEU GRANADOS, J. “La contratación pública electrónica como medio para hacer efectiva la transparencia administrativa”. *Cunil. Revista de Estudios Locales*. Nº 168. 2014.

Consejo General de Colegios de Secretarios, Interventores y Tesoreros de la Administración Local.

JUNESTRAND, S. “Smart cities en la era blockchain”. Preukschat, A. (coord.). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Ediciones Gestión 2000. Barcelona. 2017.

LAGE SERRANO, O. “Participación ciudadana y voto electrónico”. Preukschat, A. (coord.). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Ediciones Gestión 2000. Barcelona. 2017.

LÓPEZ ÁLVAREZ, L. F. “Blockchain y protección de datos”. López Calvo, J. (coord.). *El nuevo marco regulatorio derivado del Reglamento Europeo de Protección de Datos: adaptado al Proyecto de Ley Orgánica de Protección de Datos de 10 de noviembre de 2017*. Bosch. Madrid. 2018.

MANZANO SOLANO, A. “Investigación acerca de la publicidad registral y su estructura jurídica”. *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*. Nº 732. 2012. Colegio de Registradores de la Propiedad y Mercantiles de España.

MÁRQUEZ SOLÍS, S. “Seguridad y blockchain”. Preukschat, A. (coord.) *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Gestión 2000. Barcelona. 2017.

MARTÍN DELGADO, I. “Una panorámica general del impacto de la nueva Ley de Procedimiento Administrativo Común en las relaciones de los ciudadanos con la Administración Pública”. Martín Delgado, I. (dir.). *La reforma de la Administración electrónica: una oportunidad para la innovación desde el Derecho*. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid. 2017.

- “Contratación pública y procedimiento administrativo común: una reflexión general sobre el uso obligado de los medios electrónicos en los procedimientos de contratación”. *Práctica Contratación Administrativa*. Nº 147. 2017. Wolters Kluwer.

MARTÍN ESQUIVEL, S. A. “Contratación pública electrónica como medicina a la corrupción”. *Revista de Privacidad y Derecho Digital*. Nº 9. 2018. Madrid. RDU.

MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J. “La obligación de contratar electrónicamente en la nueva Ley de Contratos del Sector Público y las Plataformas de Contratación

Electrónica”. *Revista Jurídica de Castilla y León*. Nº 45. 2018. Junta de Castilla y León.

MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, R. “*El régimen jurídico del nuevo procedimiento administrativo común*”. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2016.

- “Relaciones interadministrativas por medios electrónicos. Interoperabilidad”. Gamero Casado, E. (dir.), Fernández Ramos, S. y Valero Torrijos, J. (coords.). *Tratado de Procedimiento Administrativo Común y Régimen Jurídico Básico del Sector Público*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017.
- “El uso de medios electrónicos en la contratación pública. La relación entre las Leyes 39 y 40 de 2015 y las Directivas 24 y 55 de 2014 de contratación pública y facturación electrónica. Propuestas para su transposición”. Martín Delgado, I. (dir.). *La reforma de la Administración electrónica: una oportunidad para la innovación desde el Derecho*. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid. 2017.
- “Régimen general de la administración electrónica en la contratación pública”. Gamero Casado, E., Gallego Córcoles, I. (dir.). *Tratado de Contratos del Sector Público. Tomo II*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2018.

MEDINA ARNÁIZ, T. “Hacia una contratación pública electrónica: el uso del documento europeo único de contratación”. Martín Delgado, I. (dir.). *La reforma de la Administración electrónica: una oportunidad para la innovación desde el Derecho*. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid. 2017.

MELLADO RUIZ, L. “*El principio de transparencia integral en la contratación del sector público*”. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017.

MÉNDEZ GÓNZÁLEZ, F. P. “La función económica de los sistemas registrales”. *Boletín del Colegio de Registradores de España*. Nº 81. 2002. Colegio de Registradores de la Propiedad y Mercantiles de España.

- “*La función de la fe pública registral en la transmisión de bienes inmuebles. Un estudio del sistema español con referencia al alemán*”. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017.

MORENO MOLINA, J. A. “Gobernanza y nueva organización administrativa en la reciente legislación española y de la Unión Europea sobre contratación pública”. *Revista de Administración Pública*. Nº 2014. 2017. Centro de Estudios Políticos y Constitucionales.

MUÑOZ CARMONA, A. M. “Insuficiencias y disfuncionalidades de la Ley de Transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno”. Campos Acuña, M. C. (coord.). *Transparencia y Acceso a la Información en las Corporaciones Locales*. Wolters Kluwer. Madrid. 2017.

NAVARRO GONZÁLEZ, R. “La motivación de las decisiones en la preparación y adjudicación del contrato”. Gamero Casado, E., Gallego Córcoles, I. (dir.). *Tratado de Contratos del Sector Público. Tomo II*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2018.

NESPRAL, D. “Farma y salud dan un paso al frente”. Preukschat, A. (coord.). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Gestión 2000. Barcelona. 2017.

NÚÑEZ MILLER, J. “Criptografía y consenso aplicado a la blockchain”. Preukschat, A. (coord.) *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Gestión 2000. Barcelona. 2017.

PALOMAR OLMEDA, A. “La actividad administrativa efectuada por medios electrónicos. A propósito de la Ley de Acceso Electrónico a las Administraciones Públicas”. Thomson Reuters-Aranzadi. Cizur Menor (Navarra). 2007.

PARDO LÓPEZ, M. M. “Intimidad personal, protección de datos sanitarios e intromisiones legítimas: una proyección hipotética de la doctrina *Tarasoff* sobre el ordenamiento jurídico español”. *Anales de Derecho*. Nº 25. Universidad de Murcia. 2007. Murcia.

PASTOR SEMPERE, M. C. “Criptodivisas: ¿una nueva disrupción jurídica en la Eurozona?”. *Revista de Estudios Europeos*. Nº 70. 2017. Instituto de Estudios Europeos (Universidad de Valladolid). Valladolid.

PÉREZ GÓMEZ, J. M. “La protección de datos de salud”. García Mahamut, R., Rallo Lombarte, A. (coord.). *Hacia un nuevo derecho europeo de protección de datos*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017.

PINTOS SANTIAGO, J. “La obligatoriedad de la contratación electrónica en la nueva LCSP”. *Contratación Administrativa Práctica*. Nº 153. 2018. Wolters Kluwer.

PRENAFETA RODRÍGUEZ, J. “Smart contracts: aproximación al concepto y problemática legal básica”. *Diario La Ley*. Nº 8824. 2016. Editorial La Ley.

PREUKSCHAT, A. “Los fundamentos de la tecnología blockchain”. Preukschat, A. (coord.) *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Gestión 2000. Barcelona. 2017.

RECIO GAYO, M. “Protección de datos personales e innovación: ¿(in)compatibles?”. Reus. Madrid. 2016.

ROCA SASTRE, R. M., ROCA-SASTRE MUNCUNILL, L. “Derecho hipotecario. Fundamentos de la publicidad registral”. Bosch. Barcelona. 1995.

RODRÍGUEZ ROSADO, B. “Protección de los terceros adquirentes y de los acreedores en los diversos sistemas transmisivos: un intento de valoración”. *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*. Nº 733. 2012. Colegio de Registradores de la Propiedad y Mercantiles de España.

ROVIRA FERRER, I. “La Administración tributaria electrónica: retos aún pendientes para su definitivo asentamiento”. Delgado García, A. M. *Nuevas tendencias en Internet, Derecho y Política*. Huygens. Barcelona. 2016.

SÁNCHEZ CALERO, F. J., SÁNCHEZ-CALERO ARRIBAS, B. “Manual de Derecho Inmobiliario Registral”. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017.

SÁNCHEZ JORDÁN, M. E. “El impacto de las nuevas tecnologías en la publicidad registral”. Thomson Reuters-Aranzadi. Cizur Menor (Navarra). 2013.

SANZ LARRUGA, F. J. “Gestión documental”. Gamero Casado, E. (dir.), Fernández Ramos, S. y Valero Torrijos, J. (coord.). *Tratado de Procedimiento Administrativo Común y Régimen Jurídico Básico del Sector Público*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2017.

SUÁREZ RUBIO, S. M. “Constitución y privacidad sanitaria”. Tirant lo Blanch. Valencia. 2015.

SWAN, M. “Blockchain temporality: smart contract time specifiability with Blocktime”. Alferes, J.J. y otros (Eds.). *Rule Technologies. Research, Tools, and Applications*. Springer. Suiza. 2016.

TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. “*La revolución blockchain. Descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global*”. Deusto. Barcelona. 2017.

TUR FAÚNDEZ, C. “*Smart contracts: análisis jurídico*”. Editorial Reus. Madrid. 2018.

VALERO TORRIJOS, J. “La nueva regulación del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el ámbito administrativo: ¿El viaje hacia un nuevo modelo de Administración, electrónica?”. *Revista catalana de dret públic*. Nº 35. 2007. Barcelona. Escola d'Administració Pública de Catalunya.

- “La transposición en España de la normativa europea sobre contratación pública electrónica: una oportunidad para la innovación tecnológica”. Almeida Cerredá, M. y Martín Delgado, I. *La nueva contratación pública*. Campus na nube. Santiago de Compostela. 2014.
- “Acceso, reutilización y gestión avanzada de la información en el ámbito de la Administración sanitaria: implicaciones jurídicas desde la perspectiva de la innovación tecnológica”. Fernández Salmerón, M. y Valero Torrijos, J. (coord.) *Régimen jurídico de la transparencia en el sector público. Del derecho de acceso a la reutilización de la información*. Thomson Reuters-Arazandi. Cizur Menor (Navarra). 2014.
- “Seguridad, tecnología y Administración Pública electrónica: La necesaria reconfiguración del alcance de las garantías jurídicas ante la innovación tecnológica”. Criado, J. I., Gil-García, J. R. y Téllez, J. C. (Eds.). *Tecnologías de información y comunicación en la Administración Pública: conceptos, enfoques, aplicaciones y resultados*. Infotec. México. 2017.

VÁZQUEZ ASENJO, O. G. “*Coordinación entre el Catastro y el Registro de la Propiedad*”. Tirant lo Blanch. Valencia. 2013.

VIVAS AUGIER, C. “Aplicaciones transversales de la blockchain”. Preukschat, A. (coord.). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Ediciones Gestión 2000. Barcelona. 2017.

WERBACH, K. “Trust, but verify: why the blockchain needs the law”. *Berkeley Technology Law Journal*. 2018.

## RECURSOS ELECTRÓNICOS

ATZORI, M. Blockchain “*Technology and decentralized governance: Is the State still necessary?*” 2015. El trabajo se encuentra accesible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2709713> (última visita: 25/06/2018).

BARBIERI, M., GASSEN, D. “*Blockchain – can this new technology really revolutionize the land registry system?*”. 2017. El trabajo se encuentra accesible en: <http://www.notaries-of-europe.eu/index.php?pageID=15101> (última visita: 27/04/2018).

BARRIO ANDRÉS, M. “*Blockchain: la amenaza de la tiranía del código y del algoritmo*”. 2018. Disponible en: [https://retina.elpais.com/retina/2018/04/17/tendencias/1523966659\\_640333.html](https://retina.elpais.com/retina/2018/04/17/tendencias/1523966659_640333.html) (última visita: 20/07/2018).

BECK, R., STENUM CZEPLUCH, J., NICOLAJ, L. SIMON, M. “*Blockchain – the Gateway to trust-free cryptographic transactions*”. Twenty-Forth European Conference on Information Systems (ECIS). Turquía. 2016. El trabajo se encuentra accesible en: [http://aisel.aisnet.org/ecis2016\\_rp/153/](http://aisel.aisnet.org/ecis2016_rp/153/) (última visita: 20/02/2018).

BIURRUN ABAD, F. “*Con ‘blockchain’ la confianza no está en un tercero, está en la propia red*”. 2017. Disponible en: <http://www.legaltoday.com/gestion-del-despacho/nuevas-tecnologias/articulos/con-blockchain-la-confianza-no-esta-en-un-tercero-esta-en-la-propia-red> (última visita: 19/05/2018).

BLANCO PÉREZ, M. A., LÓPEZ ROMÁN, E. “*Transformación digital: Blockchain*”. 2016. Disponible en: <http://www.enatic.org/transformacion-digital-blockchain/> (última visita: 04/03/2018).

BUTERIN, V. “*The meaning of decentralization*”. 2017. Disponible en: <https://medium.com/@VitalikButerin/the-meaning-of-decentralization-a0c92b76a274> (última visita: 15/01/2018).

CABALLERO, A. “Blockchain, la nueva tecnología de bloques”. 2018. El trabajo se encuentra accesible en: <http://www.impulsodigital.elmundo.es/economia-digital/blockchain-la-nueva-tecnologia-de-bloques> (última visita: 20/07/2018).

CHANG, H. “Is distributed ledger technology built for personal data?”. Hong Kong. 2018. El trabajo se encuentra accesible en: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3137606](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3137606) (última visita: 20/07/2018).

DARÁS, J. F. “La era de las BLOCK punto COM”. 2017. El trabajo se encuentra accesible en: [http://laeradelasblock.com/?page\\_id=368](http://laeradelasblock.com/?page_id=368) (última visita: 20/05/2018).

DAVIDSON, S., DE FILIPPI, P. y POTTS, J. “Disrupting governance: the new institutional economics of distributed ledger technology”. 2016. El trabajo se encuentra accesible en: <https://ssrn.com/abstract=2811995> (última visita: 20/02/2018).

FINK, M. “Blockchains and Data Protection in the European Union”. *Max Planck Institute for Innovation and Competition*. Oxford. 2017. El trabajo se encuentra accesible en: <https://ssrn.com/abstract=3080322> (última visita: 20/05/2018).

GARCÍA GIL, V. J. “De qué hablamos cuando hablamos de ‘smart contracts’”. Disponible en: [https://blogs.elconfidencial.com/espana/blog-fide/2018-04-26/smart-contracts\\_1555216/](https://blogs.elconfidencial.com/espana/blog-fide/2018-04-26/smart-contracts_1555216/) (última visita: 20/07/2018).

GARCÍA RAMIRO, R. “Incógnitas sobre blockchain y el uso de datos personales”. 2017. Disponible en: <https://aunclidelastic.blogthinkbig.com/blockchain-y-el-uso-de-datos-personales-incognitas/> (última visita: 17/01/2018).

GONZÁLEZ ESCÁRCEGA, O. “El blockchain podría colaborar en el combate a la corrupción”. 2018. Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/el-blockchain-podria-colaborar-en-el-combate-a-la-corrupcion/> (última visita: 20/07/2018).

GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M. “La reflexión pendiente sobre blockchain”. 2018. Disponible en:

<https://hayderecho.com/2018/03/14/la-reflexion-pendiente-sobre-blockchain/> (última visita: 20/07/2018).

HUTTON, W. “*Bitcoin is a bubble, but the technology behind it could transform the world*”. 2017. Disponible en: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2017/dec/24/bitcoin-is-a-bubble-the-technology-behind-could-transform-world> (última visita: 23/05/2018).

IBAÑEZ JIMÉNEZ, J. “*Blockchain, ¿el nuevo notario?*” 2016. Disponible en: [https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/14564/Blockchain\\_el\\_nuevo\\_notario.pdf?sequence=1](https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/14564/Blockchain_el_nuevo_notario.pdf?sequence=1) (última visita: 20/01/2018).

JACOBOVITZ, O. “*Blockchain for identity management*”. 2016. El trabajo se encuentra accesible en: <https://www.cs.bgu.ac.il/~frankel/TechnicalReports/2016/16-02.pdf> (última visita: 25/01/2018).

KARP, N. “*Tecnología de cadena de bloques (blockchain): la última disrupción en el sistema financiero*”. 2015. El trabajo se encuentra accesible en: [https://www.bbvaresearch.com/wp\\_content/uploads/2015/07/150714\\_US\\_EW\\_BlockchainTechnology\\_esp.pdf](https://www.bbvaresearch.com/wp_content/uploads/2015/07/150714_US_EW_BlockchainTechnology_esp.pdf) (última visita: 26/03/2018).

KIRBY, K., MASI, A. y MAYMI, F. “*Votebook. A proposal for a blockchain-based electronic voting systems*”. Universidad de Nueva York. 2016. El trabajo se encuentra accesible en: <http://www.economist.com/sites/default/files/nyu.pdf> (última visita: 01/04/2018).

LAWRENCE, A., SMALL, H y otros. “*Blockchains and Laws. Are they compatible?*”. Backer Mckenzie. 2017. El trabajo se encuentra accesible en: [https://www.bakermckenzie.com/-/media/files/expertise/fig/br\\_fig\\_blockchainsandlaws\\_jul17.pdf?la=en](https://www.bakermckenzie.com/-/media/files/expertise/fig/br_fig_blockchainsandlaws_jul17.pdf?la=en) (última visita: 20/03/2018).

MARKANTONAKIS, K., SHEER HARDWICK, F. y NAEEM AKRAM, R. “*Fair and transparent blockchain based tendering framework – a step towards open governance*”. 2018. El trabajo se encuentra accesible en: <https://arxiv.org/pdf/1805.05844.pdf> (última visita: 20/07/2018).

MARCHIONNI, P. “*Next generation government service bus – the blockchain landscape*”. 2018. El trabajo se encuentra accesible en: <https://ssrn.com/abstract=3141749> (última visita: 20/07/2018).

MARTINET, S. “*GDPR y blockchain: ¿el nuevo Reglamento de Protección de Datos de la UE es una amenaza o un incentivo?*”. 2018. Disponible en: <https://es.cointelegraph.com/news/gdpr-and-blockchain-is-the-new-eu-data-protection-regulation-a-threat-or-an-incentive> (última visita: 10/06/2018).

NATHAN, O., PENTLAND, A. Y ZYSKIND, G. “*Enigma: decentralized computation platform with guaranteed privacy*”. El trabajo se encuentra accesible en: [https://enigma.co/enigma\\_full.pdf](https://enigma.co/enigma_full.pdf) (última visita: 20/02/2018).

ORCURRE, M. “*How secure is blockchain really?*”. 2018. Disponible en: <https://www.technologyreview.com/s/610836/how-secure-is-blockchain-really/> (última visita: 20/07/2018)

PLAZA LÓPEZ, J. A. “*Los smart contracts no son tan perfectos como nos han vendido*”. 2018. Disponible en: [https://retina.elpais.com/retina/2018/03/05/tendencias/1520249835\\_156767.html](https://retina.elpais.com/retina/2018/03/05/tendencias/1520249835_156767.html) (última visita: 20/07/2018)

POSE VIDAL M. B. “*Blockchain y Reglamento Europeo de Protección de Datos: ¿juntos pero no revueltos?*”. 2018. Disponible en: [http://www.legaltoday.com/practica\\_juridica/publico/proteccion\\_de\\_datos/blockchain-y-reglamento-europeo-de-proteccion-de-datos-juntos-pero-no-revueltos](http://www.legaltoday.com/practica_juridica/publico/proteccion_de_datos/blockchain-y-reglamento-europeo-de-proteccion-de-datos-juntos-pero-no-revueltos) (última visita: 20/07/2018).

RASKIN, M. “*The Law and Legality of Smart Contracts*”. 2016. El trabajo se encuentra accesible en: <https://ssrn.com/abstract=2959166> (última visita: 20/01/2018).

RODRÍGUEZ GARCÍA, E. “*Blockchain sería ilegal según la nueva ley de datos de la UE*”. 2018. Disponible en: <https://omicro.no.espanol.com/2018/03/blockchain-ilegal-nueva-regulacion-ue/> (última visita: 20/07/2018).

ROSALES, F. “*Derecho digital, blockchain, notarios y seguridad digital*”. 2017. Disponible en: <https://www.notariofranciscorosales.com/derecho-digital-blockchain-notarios-y-seguridad-digital/> (última visita: 03/03/2018).

TENNANT, J. “*What is blockchain technology? An introduction to the tech that’s changing the world*”. 2018. Disponible en:

<https://www.converge.today/engage-articles/what-is-blockchain-technology-an-introduction-to-the-tech-thats-changing-the-world> (última visita: 29/06/2018).

THOMPSON, C. “*Private blockchain or database? How to determine the difference?*”. 2017. Disponible en: <https://medium.com/blockchain-review/private-blockchain-or-database-whats-the-difference-523e7d42edc> (última visita: 25/01/2018).

WRIGHT A., DE FILIPPI, P. “*Decentralized blockchain technology and the rise of Lex Cryptographia*”. 2015. El trabajo se encuentra accesible en: <https://ssrn.com/abstract=2580664> (última visita: 17/03/2018).

YUNSEN, W., KOGAN, A. “*Designing privacy-preserving blockchain based accounting information systems*”. 2017. El trabajo se encuentra accesible en: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2978281](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2978281) (última visita: 25/04/2018).