Blockchain: retos y oportunidades más allá de bitcoin

Blockchain: challenges and opportunities beyond bitcoin

Giuseppe Psaila[1], Pablo García-Bringas[2]
[1] Università degli Studi di Bergamo (Italia)
[2] Universidad de Deusto (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.6036/8283

1. PERSPECTIVA E INTRODUCCIÓN

En el año 2009 fue publicado, bajo el pseudónimo de *Satoshi Nakamoto*, un artículo titulado *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* [1], en el que se describía un sistema de pagos online que permitía el envío directo de dinero entre dos partes, a partir de la definición de una nueva moneda virtual, denominada *Bitcoin*.

El reto de desarrollar una moneda virtual no era entonces novedoso ni particularmente reciente. Es posible encontrar propuestas interesantes desarrolladas a mediados de la década de los noventa, desde *Pecunix* a *e-Gold*, pasando por todo tipo de monedas virtuales asociadas a aplicaciones de entretenimiento, como por ejemplo los *Linden Dollars* de *Second Life*, o los *Facebook Credits*.

Sin embargo, el sistema Bitcoin aportaba una novedad radical, al proponer un nuevo protocolo de intercambio de dinero público y completamente *descentralizado*; esto es sin intervención de intermediario alguno. Por primera vez dejaba de ser necesaria una institución financiera que asegurara la confianza de la transacción, y que evitara el omnipresente riesgo del *doble-gasto* (por supuesto, asegurando el uso exclusivo por parte de su legítimo dueño). En su lugar, en el caso de Bitcoin es la propia comunidad de usuarios quien se encarga de regular tanto la consistencia de las transacciones que se realizan, como la cantidad de moneda en circulación, como el valor de la misma.

Toda moneda es eficaz en la medida de la reputación que alcanza, de la *confianza* que *el mercado* deposita en ella. En particular, la confianza del sistema Bitcoin reside en su inseparable historial de transacciones, denominado *BlockChain*, o cadena de bloques, que actúa como si de un *Libro Mayor* contable se tratase. Este histórico almacena de forma *distribuida*, *pública* y *sin mediación de intermediarios*, todas y cada una de las *transacciones* realizadas hasta la fecha en el sistema, agrupadas en bloques. Todo ello sin perder la propiedad del *anonimato* de dichas transacciones, o la *privacidad* de los usuarios.

Por diseño, la BlockChain es inherentemente resistente a la alteración de los datos validados y registrados, que no pueden ser modificados retroactivamente. Lo que se valida y registra en la BlockChain quedará ahí, *para siempre*. Además, está diseñada para ser altamente resistente a fallos *Bizantinos*: se da por hecho la posibilidad de que el sistema tenga que trabajar tanto con entidades honestas como deshonestas, y se incentiva desde el diseño el primero de los comportamientos, a la vez que se desincentiva y se hace inoperativo el segundo.

Estas propiedades hacen de la tecnología BlockChain una opción ideal para el registro de eventos, de actos legales o formales, privados o públicos, de registros médicos, seguros, etcétera. De hecho, puede considerarse como un auténtico *Notario Electrónico*. También es muy adecuada para llevar a cabo gestión de identidades, procesamiento de transacciones, creación de acuerdos o *contratos inteligentes* entre pares, gestión de derechos de autor, de propiedad intelectual de contenidos digitales, o para asegurar la operación consistente de dispositivos distribuidos en entornos industriales, o de sistemas logísticos, por poner tan sólo algunos ejemplos [5]. Todo ello sin necesidad de entidad central.

En definitiva, BlockChain provee unas elevadas capacidades de *desintermediación*, con enorme impacto potencial en un mundo globalizado. Sin ir más lejos, este año pasado, Marc Andreessen, uno de los más veteranos inversores de *Silicon Valley* llegó a afirmar que BlockChain representaba la innovación más importante desde la invención de Internet en sí misma, por su potencial para transformar el mundo de la tecnología, así como el resto de sectores.

De momento, el mercado parece acompañar a estas expectativas. En los últimos años, este potencial no ha dejado de reflejarse, en forma de un extraordinario crecimiento en el volumen de negocio registrado en el sistema BlockChain. A fecha de Enero de 2017, se registran diariamente alrededor de 300.000 transacciones, por un importe conjunto superior a 61.000.000 de Dólares, en una tendencia que se mantiene ascendente. En estas fechas, existen más de 16.000.000 de Bitcoins en circulación. Del mismo modo, la valoración del Bitcoin en comparación con el Dólar, habiendo mantenido una tendencia extraordinaria durante todo el año pasado (por encima del 5% en todos los mercados, y con algunos casos por encima del 15%), ha llegado a superar a primeros de año la barrera psicológica de los 1.000 Dólares por Bitcoin, y también ha dejado atrás la cotización de la *onza de oro* en algunos mercados como el chino (1.166 Dólares en aquel momento). En todo el año 2016, la revalorización del Bitcoin frente al Dólar ha sido nada más y nada menos que de un 150% [2]. Y es que todo apunta a que el fenómeno BlockChain no ha hecho más que comenzar.

2. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN. ¿CÓMO FUNCIONA?

La tecnología BlockChain se encuentra tan imbricada con Bitcoin que resulta difícil explicar la una sin la otra. En cualquier caso, BlockChain es aplicable a cualquier dominio de aplicación que requiera de funciones de registro seguro.

El objetivo principal que aborda y resuelve BlockChain es el de la *serialización* robusta, indiscutible, inalterable y perenne, de transacciones, económicas o de otro tipo, a partir del *consenso* de los usuarios [1]. BlockChain se constituye de esta forma en un inmejorable *Libro Mayor* contable, de carácter público. Y es que, suele decirse que es más fácil robar una galleta de una caja de galletas que se guarda en privado, que de un expositor público que está siendo observado continuamente por decenas de miles de usuarios. Además, en su aplicación al problema de la securización de transacciones económicas, Bloc-

kChain se enfrenta y da solución descentralizada a un problema largamente sufrido por todo tipo de entidades económicas: el *doble-gasto*. Al contrario de lo que ocurre con un *billete físico*, que no puede ser gastado dos veces, siendo innecesaria para ello la intervención de más entidad que emisor y receptor, tanto en el uso de monedas convencionales a través de medios digitales (desde plataformas de pago online a cajeros automáticos), como en el caso de monedas puramente virtuales, había venido siendo imprescindible contar con un agente intermedio que asegurase que una misma cantidad no se utilizara más de una vez. Este agente (habitualmente un banco u otro tipo de entidad con licencia financiera) puede operar y, en definitiva, todo el sistema se sostiene gracias a la confianza que se deposita en él, y en el registro centralizado que hace de todas las operaciones de las que es responsable. Gracias a este registro central se consigue que, por ejemplo, no sea posible extraer de un cajero automático la misma moneda dos veces. Sin embargo, esta hipótesis de partida de la confianza inquebrantable en la entidad central no siempre está clara. Algo parecido sucede en el caso de entidades no financieras, con sus propios retos, como pueden ser empresas de comercio online, o de otro tipo, administraciones públicas, individuos particulares, etcétera. Y aquí es precisamente donde surge la *magia*. En lugar del esquema clásico de registro centralizado, en el caso de Bitcoin es la propia comunidad de usuarios, a través de procesos de validación seguros (criptográficos), quien se encarga de validar y dar registro a las transacciones que se realizan.

En particular, el proceso técnico que se sigue a la hora de validar, registrar y dar efecto a una transacción de Bitcoin sigue los siguientes pasos fundamentales [1] [3]. La figura 1 ilustra todo este proceso.

1. Todo el mecanismo se pone en marcha cuando un usuario de Bitcoin desea realizar una *transacción*, que se caracteriza según una serie de parámetros, como destinatario, importe, etcétera.
2. Dicha transacción se incluye en un *bloque*, junto con otras transacciones que se hayan producido en el mismo momento, dentro de un determinado intervalo temporal. El bloque pasa a ser la unidad fundamental de representación y gestión de información.
3. Ese bloque se *difunde* a todos los usuarios de la red de Bitcoin, y concretamente a sus respectivos *nodos* de operación.
4. Cada nodo de la red se encarga en este momento de *verificar* que la transacción deseada puede llevarse a cabo. Para ello, comprueba que el emisor de la moneda es verdaderamente su propietario, y que tiene suficiente saldo en su cuenta. Sólo tiene que rastrear el registro histórico BlockChain, buscando entradas y salidas de moneda de dicho emisor para asegurarse de que la transacción es viable. Por otro lado, como las transacciones pueden llegar a los diferentes nodos en diferentes órdenes, es necesario un sistema que construya un *orden suficiente*. Para ello, las transacciones producidas

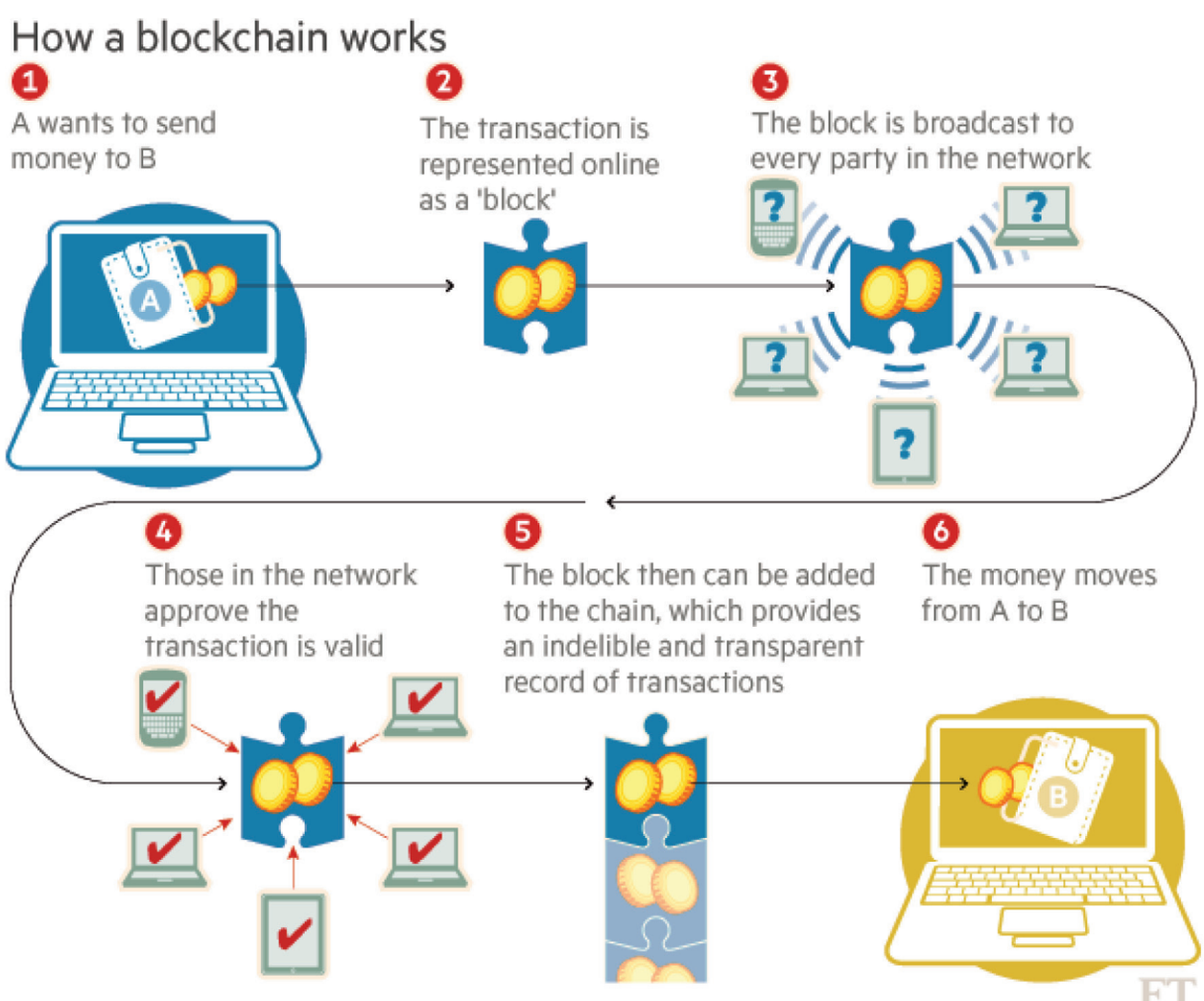

Fig. 1: Flujo de operación correspondiente a una transacción económica Bitcoin llevada a cabo sobre tecnología BlockChain. Fuente: Financial Times, 2016.

en un cierto intervalo de tiempo se agrupan en bloques que posteriormente se enlazan cronológicamente entre ellos, mediante un *enlazado criptográfico* que es lo que aporta la imposibilidad de alteración retroactiva. Dado que son múltiples los nodos de la red que se ponen a validar cada bloque, aparece la necesidad de *serializar* las aprobaciones que van produciéndose. Para ello, BlockChain utiliza un esquema de *Proof-of-Work*, que obliga a cada nodo a realizar una pesada tarea computacional de validación que posteriormente puede ser verificada fácilmente por el resto de nodos. En particular, utiliza el esquema de tipo *HashCash*, que se basa en un proceso aleatorio de prueba y error con *baja probabilidad individual de éxito* y de coste computacional *ajustable* (a medida que el equipamiento hardware va adquiriendo mayores cotas de rendimiento, en línea con la *Ley de Moore*, el coste computacional exigido a cada nodo de la red Bitcoin se va incrementando). En concreto, el modelo HashCash exige a los nodos verificadores que resuelvan un determinado *puzzle matemático* basado en la búsqueda de cierto tipo concreto de *hashes*, que habitualmente comienzan por un número controlado de *ceros*. Dada la baja probabilidad, individual, de éxito del proceso de verificación, resulta *imposible predecir cuál* será el nodo de la red que verifique y registre el siguiente bloque. En Enero del año 2017 se viene a tardar alrededor de 9 minutos en verificar cada bloque. Esta propiedad se introduce expresamente para evitar que un único agente pueda tener ningún control sobre la información que se registra en BlockChain, así como para dificultar al máximo una relación intencionada entre bloque a verificar y nodo verificador. Dada la exigencia de coste computacional que se pide a un nodo encargado de una verificación, este trabajo *se recompensa* mediante la *puesta en circulación* de cierta cantidad de moneda Bitcoin, en una analogía con la recompensa en oro que recibían los primeros *mineros* de ese mineral. De hecho, el término *miner* ha quedado ahí precisamente para referirse a nodos que están encargados de la verificación de bloques.

5. Una vez verificado un bloque, éste es retransmitido a todos los nodos de la red, que pasan a ser conscientes de que las transacciones contenidas en él son válidas. Sólo en este momento puede pasarse a registrar el bloque en la BlockChain. Nodos que terminan su verificación más tarde producen bloques que se quedan *huérfanos*, y que no se enlazarán. En particular, cada bloque incluye un resumen criptográfico irreversible, conocido como *hash*, del bloque anterior. Conocida la información de un bloque, de sus transacciones, y del resumen hash del bloque anterior, el cálculo de su propio hash se realiza de una forma rápida y eficiente. Sin embargo, calcular una alteración en un bloque o en una transacción (alteración del importe, del receptor, etcétera) que encaje con un hash ya calculado es un problema computacionalmente intratable. Es comúnmente aceptado por la comunidad científica e industrial que la probabilidad de que pueda encontrarse controladamente una de estas *colisiones de hash*, en relación con una alteración malintencionada o negligente, es despreciable. Además, de cara a plantear un hipotético ataque contra BlockChain, a esto habría que añadir la cualidad anteriormente mencionada de que resulta igualmente imposible conocer qué nodo es el que va a verificar finalmente qué bloque. En definitiva, una vez que un bloque ya registrado es enlazado con los siguientes que se han ido verificando, y va quedando *enterrado* por nuevos bloques relacionados mediante esa cadena de hashes, su consolidación se hace plena.
6. Finalmente, puede procederse a ejecutar la transacción o transacciones incluidas en el bloque.

Como resultado de este proceso, el sistema BlockChain resulta en ese registro cronológico pública y universalmente verificado y aceptado. Un sistema que aporta una elevada confianza a la hora de registrar no sólo transacciones económicas de Bitcoin, sino de prácticamente cualquier otro dominio de aplicación.

3. VENTAJAS Y POTENCIALIDADES

BlockChain es una tecnología que ha resultado disruptiva en materia de eliminación de intermediarios, asegurando el mantenimiento de la confianza e incluso incrementando la misma [7]. Por ello, en primer lugar, tanto el tiempo de ejecución, como los costes asociados a una transacción que ahora pasa a ser directa (verificación, ejecución, trazado, etcétera) se reducen extraordinariamente. Deja de tener sentido el concepto de *comisión*. Esta ventaja es especialmente importante en modelos de negocio que incluyan grandes volúmenes de transacciones, transacciones que deban realizarse con restricciones temporales, o transacciones sujetas a procesos de negociación dinámicos.

En segundo lugar, el grado de transparencia que proporciona el concepto de libro mayor público y universal supone en sí mismo un impulso del mayor nivel en la creación de confianza, elemento clave en muchos sectores, como por ejemplo en el sector bancario o en la administración pública. La combinación holística de ambas características puede suponer un antes y un después en todo sector, tecnológico o no tecnológico, en el que el registro de evidencias de proceso o de negocio tenga relevancia.

4. RIESGOS Y LIMITACIONES

Existen tres tipos de obstáculos fundamentales al crecimiento de BlockChain: un primer tipo de freno de carácter técnico-conceptual, y una segunda tipología más bien relacionada con el ordenamiento legal y de impacto en el *statu quo*. Además, la percepción que ha adquirido Bitcoin en los últimos años como refugio de conductas inconfesables tampoco ayuda a hacer avanzar el desarrollo de BlockChain [2] [7].

Así, por un lado, BlockChain debe abordar desde un punto de vista global el problema de la seguridad y la privacidad, sin pérdida de eficacia general. Habiendo demostrado sobradamente sus potencialidades en materia de registro, precisamente el carácter público de éste abre una importante incógnita en algunos sectores, en todo lo relacionado con el control de acceso a la información. Aunque todo el proceso de verificación incluye el uso de claves de seguridad, que aportan un nada desdeñable grado de privacidad y anonimato, aún parece necesario un mayor nivel de madurez en la tecnología de distribución, control y recuperación de esas claves, y en general de prevención de incidentes de seguridad. Frente al enfoque general de registro público, existen iniciativas que trabajan en la alternativa de aplicación de BlockChain *en privado* (en exclusiva para un determinado sector o entidad), pero se están encontrando con el reto principal de generar un incentivo

equivalente al que el esquema público aporta a la comunidad (hasta ahora pública) de *miners*. Evidentemente, sin ellos todo el esquema deja de sostenerse. Este reto también aparece en la potencial aplicación de BlockChain a sectores diferentes del económico-financiero, en el que el concepto de *moneda* no sea de aplicación.

Por otro lado, aunque el hecho de que el sector de aplicación nativo de BlockChain sea el económico-financiero (un sector precisamente muy sensible a todo lo relacionado con la regulación), aún es necesario un ejercicio global de desarrollo de nueva regulación específica, más allá de los pequeños ajustes o re-interpretaciones de la norma actual que hayan podido venir desarrollándose. Sólo de esta forma podrá proveerse a los diferentes sectores y negocios de un marco general que marque claramente las obligaciones y los derechos de usuarios y empresas, y que elimine al máximo las incertidumbres legales y de operación que aún existen. Por ejemplo, ahora mismo no existe regulación normativa alguna que proteja a los consumidores de ninguna manera. Una segunda derivada de este concepto aparece en forma de resistencia por parte de sectores y negocios establecidos al desarrollo de nuevas tecnologías, y que pueden -a través de esta componente regulatoria- incidir dramáticamente en la ralentización del desarrollo de BlockChain, incluso definitivamente. Afortunadamente, existe ya un cada vez más nutrido elenco de entidades financieras de primer nivel (como Visa, Goldman Sachs o Nasdaq) que han empezado a invertir decididamente en investigación, desarrollo y aplicación de estas tecnologías.

Finalmente, la percepción como producto *especulativo* y refugio de actividades potencialmente ilícitas que ha venido adquiriendo Bitcoin en los últimos años, gracias al alto grado de *opacidad* que proporciona (llega a tener una cierta consideración de *paraíso fiscal virtual* por parte de algunos expertos de talla mundial), también puede limitar de un modo determinante mayores niveles de desarrollo de BlockChain [2].

5. POTENCIALES DOMINIOS DE APLICACIÓN

Desde luego, el sector económico-financiero constituye un escenario ideal para el desarrollo tanto de la moneda virtual en general, como de BlockChain en particular. Sin embargo, el potencial de aplicación de esta última tecnología trasciende a lo económico, y presenta multitud de aplicaciones que pueden enriquecer a otros sectores [3] [6]. Algunos de ellos son los siguientes:

1. Sector actuarial. BlockChain puede proporcionar a los activos asegurados de un registro de la máxima solidez, extremadamente difícil de destruir, replicar o alterar; por ejemplo, en relación con la identificación de propiedad, o del registro histórico de transacciones de un determinado bien o propiedad, que ahora podría verificarse con un alto nivel de confianza por terceras partes (compañías aseguradoras, cuerpos y fuerzas de seguridad del estado, propietarios, demandantes, etcétera).
2. Sector público: administración, notariado y registro público. En relación con el sector anterior, las acciones legales relacionadas con la verificación y registro de documento público, trámite administrativo, etcétera, pueden verse muy potenciadas con la aplicación de BlockChain. Siempre con la característica de la no necesidad de autoridad central, BlockChain puede proporcionar prueba de propiedad y autorización, prueba de existencia y validez, o prueba de integridad de documentación. También puede eliminar la necesidad del habitual traslado ineficiente (muchas veces manual) de documentación, elevando la seguridad y la privacidad de los documentos y de los procedimientos, y reduciendo los costes. También puede elevar la privacidad de profesionales o particulares que requieren del manejo o consulta de esa documentación. Las posibilidades que ofrece en materia de transparencia o de lucha contra el fraude son extraordinarias. Otra función fundamental de este sector, como es el caso del sellado de tiempo, puede asimismo verse elevada a un nivel cualitativo superior.
3. Tecnología, telecomunicaciones y contenidos digitales: gestión de derecho de autor y de explotación comercial. Sectores como el de la música o el cinematográfico, que han experimentado y están experimentando grandes cambios a partir de la evolución de la tecnología (como puede ser el caso del *streaming*), pueden apoyarse en BlockChain para mejorar la gestión de derechos de los contenidos que sirven, asegurando los derechos y obligaciones de los diferentes tipos de agentes (artistas, compañías, publicistas, productores, distribuidores, espectadores, etcétera). Más allá de la gestión consistente de la información de propiedad intelectual y de explotación comercial, BlockChain también puede proporcionar la posibilidad de poner en marcha *contratos inteligentes* que pueden *automatizar* la contratación asociada a las interacciones de esos agentes, dando origen a una nueva definición del negocio en sí mismo. Otros sectores de distribución de productos o servicios también pueden verse favorecidos por BlockChain, de un modo análogo.
4. Salud y bienestar. El sector de la Salud está empezando a interesarse por la tecnología BlockChain, en relación con la mejora en la gestión de historiales clínicos e información administrativa sanitaria en general. Obvia señalar las grandes posibilidades que puede aportar un registro unificado, inalterable y seguro en aspectos como mejora de los procesos de gestión y clínicos, en la gestión del gasto farmacéutico y de las inversiones sanitarias en general, o en el soporte legal requerido en procesos de reclamación, entre otros.

6. APLICACIÓN A LA INDUSTRIA CONECTADA

Especial potencial de aplicación de BlockChain reside en el sector industrial, precisamente en una coyuntura actual muy proclive a la innovación y a la introducción de nuevas tecnologías, en particular tecnologías de la información y las comunicaciones (*TIC*). No en vano, compañías industriales de primer nivel global se encuentran inmersas en estos momentos en lo que algunos expertos denominan el desarrollo de la *Industria 4.0*.

Y es que la también llamada *Industria Conectada* es ya una realidad. Las diferentes corrientes tecnológicas están confluyendo aceleradamente en un efecto holístico llamado a constituir una auténtica *Cuarta Revolución Industrial*. Después de la máquina de vapor, la electricidad y la automatización de los procesos industriales, las TIC están constituyendo en la actualidad una transformación industrial que más allá de todo lo que se había conocido hasta ahora en materia de evolución. Más allá de la incertidumbre propia de los nuevos tiempos, nos encontramos sobre todo en un momento de grandes retos, de prometedoras oportunidades. *Conectividad*, *sensorización*, *ciber-seguridad*,

analítica de datos, implicación *directa* del cliente en la provisión de la tecnología, ingeniería *extremo-a-extremo*, nuevos perfiles y capacitaciones *profesionales*, implicaciones *legales* de los nuevos modelos de negocio, son las principales tendencias que están convergiendo e interpelando al tejido industrial y empresarial, en la continua misión de modernización y aseguramiento de la competitividad. Sobre ellas, la industria, la empresa, la Sociedad, están llamadas a construir buena parte del futuro.

Así, es precisamente en esta confluencia de tecnologías donde se revela que el denominador común no es otro que el de la necesidad de unos cimientos TIC sólidos a la vez que versátiles; garantes de confianza a la vez que flexibles. Hasta la fecha, las aproximaciones que se están planteando utilizando mucha tradición *clásica* de sistemas de información, con sus conocidas capacidades y limitaciones. Sin embargo, una visión más ambiciosa de la evolución tecnología en su aplicación al mundo industrial puede encontrar en BlockChain la herramienta perfecta para ir *más allá* [6]. La mayoría de plataformas de *Internet de las Cosas*, o *IoT* (concepto clave en esta revolución industrial en la que estamos), que se están proponiendo abogan por el clásico esquema *centralizado*, en el que un centro de control gobierna la operación y la interrelación de los diferentes sensores, dispositivos o células de fabricación. No obstante, este enfoque resulta limitado en aplicaciones más dinámicas en las que los distintos componentes deben mantener un cierto grado de autonomía. Precisamente para ello, BlockChain tiene la capacidad de constituirse como la base sobre la que implementar plataformas distribuidas de IoT, que a la vez aporten a los sistemas industriales unas elevadas prestaciones de seguridad y confiabilidad. En la misma línea, y gracias a su función principal de registro universal, puede proveerse de una especial aplicación de BlockChain al apartado de la *trazabilidad* (de materiales, productos, operaciones, etcétera); aspecto clave en todo entorno industrial.

A modo de ejemplo, en esta línea se encuentran trabajando dos grandes entidades globales, como son IBM y SAMSUNG, que han desarrollado la plataforma *ADEPT* (*Autonomous Decentralized Peer to Peer Telemetry platform*), que usa elementos similares a BlockChain para construir una red IoT de dispositivos distribuida. En particular, ADEPT implementa protocolos muy interesantes de compartición P2P de archivos de operación (BitTorrent), contratos de servicio y operación *inteligentes* (Ethereum) y mensajería P2P entre dispositivos (TeleHash). Con una combinación de todo ello, han planteado una tecnología capaz de cubrir de un modo intrínsecamente robusto, a la vez que interoperable, áreas industriales heterogéneas sujetas a cualquier tipo de realidad.

7. CONCLUSIÓN

En definitiva, BlockChain, la tecnología que se desarrolló para dar soporte a una moneda virtual, el Bitcoin, ha resultado aportar funcionalidades muy deseables no sólo en el mundo económico-financiero, sino también en otros sectores. La rupturista prestación de libro mayor contable inherentemente distribuido, robusto, verificable e inalterable, resulta muy atractiva en su aplicación a múltiples sectores, como el de la salud, las telecomunicaciones, el mundo de los seguros, y por supuesto el mundo industrial, entre otros. Habiendo superado ya el *pico de las expectativas sobredimensionadas*, y empezando a alcanzar cierta estabilidad, la aplicación solvente de BlockChain a otros dominios empieza a convertirse en una realidad. Muestra de ello es, tanto la creciente aparición de *start-ups* que buscan posicionarse con un valor diferencial alrededor de esta tecnología o alguno de sus derivados, como la creciente inversión que está dándose por parte de firmas de primer nivel mundial. Tanto la exploración de posibilidades de aplicación a los modelos de negocio existentes, como la exploración de nuevos modelos de negocio en sí mismos, son actualmente puntos calientes de desarrollo y aplicación de esta tecnología. Por supuesto, los riesgos asociados no son menores. Así pues, todo parece apuntar a que el fenómeno BlockChain sólo podrá observarse en su verdadera magnitud a lo largo de la próxima década.

PARA SABER MÁS

[1] S. Nakamoto. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronics Cash System, http://www.bitcoin.org, 2009.

[2] M. Nolte. Bitcoin en máximos. El Correo, Economía, 2017.

[3] U. Berkeley. BlockChain Technology: Beyond Bitcoin. Sutardja Center for Entrepreneurship and Technology, Universidad de California - Berkeley, 2015.

[4] Ernst and Young. Blockchain technology as a platform for digitalization. Ernst and Young Global, 2016.

[5] European Commission. Blockchain applications and services. European Commission, Business Innovation Observatory, 2016.

[6] D. Tapscott, A. Tapscott. The Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business and the World. ISBN 978-0670069972, 2016.

[7] F. Brezo, P.G. Bringas. Issues and Risks Associated with Cryptocurrencies such as Bitcoin. International Conference on Social Eco-Informatics, ISBN 978-1-61208-228-8, 2012.