

IMPACTO DEL BLOCKCHAIN EN LA CONTABILIDAD Y AUDITORÍA¹

Impact of the Blockchain in accounting and auditing

<http://doi.org/10.33255/25914669/604>

Agustín Argañaraz

Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca, Argentina

aarganaraz@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6459-1768>

Agostina Mazzuchelli

Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca, Argentina

mazzuchelli.agostina@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2970-7291>

Laura Daima

Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca, Argentina

daimalaura@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9069-4901>

María de los Ángeles López

Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca, Argentina

lopezmariangeles@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7113-5939>

¹ Una versión preliminar del presente trabajo fue presentada en el XV Simposio Regional de Investigación Contable y XXV Encuentro Nacional de Investigadores Universitarios del Área Contable en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de La Plata, el 12 de diciembre de 2019.

Diana Albanese
Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca, Argentina
albanesediana@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9462-5356>

Recibido: 08/09/2021

Aceptado: 02/10/2021

RESUMEN

La disrupción de blockchain promete una mejora en el intercambio de datos eliminando intermediarios. La disponibilidad de la información para todos los intervinientes, la participación consensuada y en cadena, aseguran confiabilidad e inalterabilidad. Se espera que blockchain introduzca avances significativos en los sistemas de información contable y mejore la calidad de la información para los inversores. Al trabajar con una base de datos distribuida e incorruptible ahorra tiempo y costos de auditoría pero presenta un verdadero desafío en los paradigmas de evaluación de riesgos y controles. El trabajo consiste en un ensayo recopilando información sobre el funcionamiento del blockchain, y sus avances para la contabilidad y auditoría, identificando aspectos que requieren mayor desarrollo.

Palabras Clave: blockchain - contabilidad - auditoría - información - tecnología de información

ABSTRACT

Blockchain disruption improves information exchange and eliminate the need for intermediaries. The availability of the information for all the parties, the consensual and chain participation, ensure reliability and inalterability. For accounting, the reliability of the blockchain could improve the information quality to investors. For auditing, blockchain presents a real challenge in the paradigms of risk assessment and controls. The objective of the work is to carry out an essay on the blockchain literature, understanding its operation, characteristics and summarizing its progress for accounting and auditing, identifying aspects that require

further development.

Keywords: blockchain - accounting - auditing - information - information technology

1. INTRODUCCIÓN

Las primeras cuatro décadas de **Internet** han traído el correo electrónico, la red informática global, las empresas electrónicas, los medios sociales, la red móvil, el almacenamiento de datos en la nube, la **Internet** de las cosas y actualmente una fuerte revolución financiera global (Diem, 2021).

La tecnología permite reducir los costes de investigar, colaborar e intercambiar información y ha permitido la aparición de nuevos medios de comunicación, nuevas formas de comercializar y realizar transacciones, constituir empresas totalmente digitales, todo de manera más ágil e innovadora (Tapscott y Tapscott, 2016).

Desde hace unos años se habla de la revolución de la tecnología **blockchain** (BC) -cadena de bloques-, que promete a su vez una renovación institucional, desde que se presenta como un mecanismo de confianza distribuida (Benítez Palma, 2017).

En términos de crecimiento y potencial de mercado, la mayoría de las estimaciones proyectan una tasa de crecimiento robusta para el mercado de BC en los próximos años. Se espera que el mercado global de BC crezca a una tasa anual del 62,1%. Según Gartner (2019) el valor agregado de negocio de BC aumentará a más de U\$176 mil millones para 2025 y luego superará los U\$3.1 billones para 2030.

Con dichas perspectivas, el ecosistema de BC evoluciona rápidamente con el desarrollo de nuevas plataformas, aplicaciones, colaboraciones y alianzas que implementan la mencionada tecnología para optimizar resultados en sus transacciones o procedimientos. Puede considerarse al BC como una tecnología que revoluciona en diferentes ámbitos pero que, sin embargo, aún no está consolidada, dado que se encuentra en constante desarrollo y debe afrontar retos que implican riesgos, muchos de ellos aún no valorados (APD, 2019).

Por lo tanto, si bien esta tecnología presenta promesas de mejoras para muchas tareas profesionales, también genera incertidumbres a los contadores y particularmente a los auditores. Por ello, es inevitable la necesidad de comprender el funcionamiento básico de BC y su impacto en el sector económico, contable y financiero y así, prevenir los riesgos que puedan presentarse, por ejemplo, respecto a la seguridad de la información y almacenamiento de datos.

Siendo una tecnología emergente y en constante evolución, representa una oportunidad para el desarrollo de investigaciones académicas, realizando un aporte a las disciplinas de la contabilidad y la auditoría.

En consecuencia, el objetivo de este trabajo consiste en realizar un ensayo con enfoque descriptivo sobre la literatura referida a los antecedentes y características de BC, que permita comprender su funcionamiento, características, y sus implicancias para la contabilidad y la auditoría, identificando aquellos aspectos que necesiten un mayor desarrollo en cuanto a conocimientos y normas.

El trabajo se ha estructurado del siguiente modo: en primer lugar se presentan los antecedentes, características y el estado actual del **blockchain**. A continuación se

expone la metodología aplicada para el desarrollo de la investigación. En la sección subsiguiente se presentan los resultados en relación al impacto del **blockchain** en la contabilidad y auditoría. Finalmente, se presentan las consideraciones finales y desafíos para próximas investigaciones.

2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

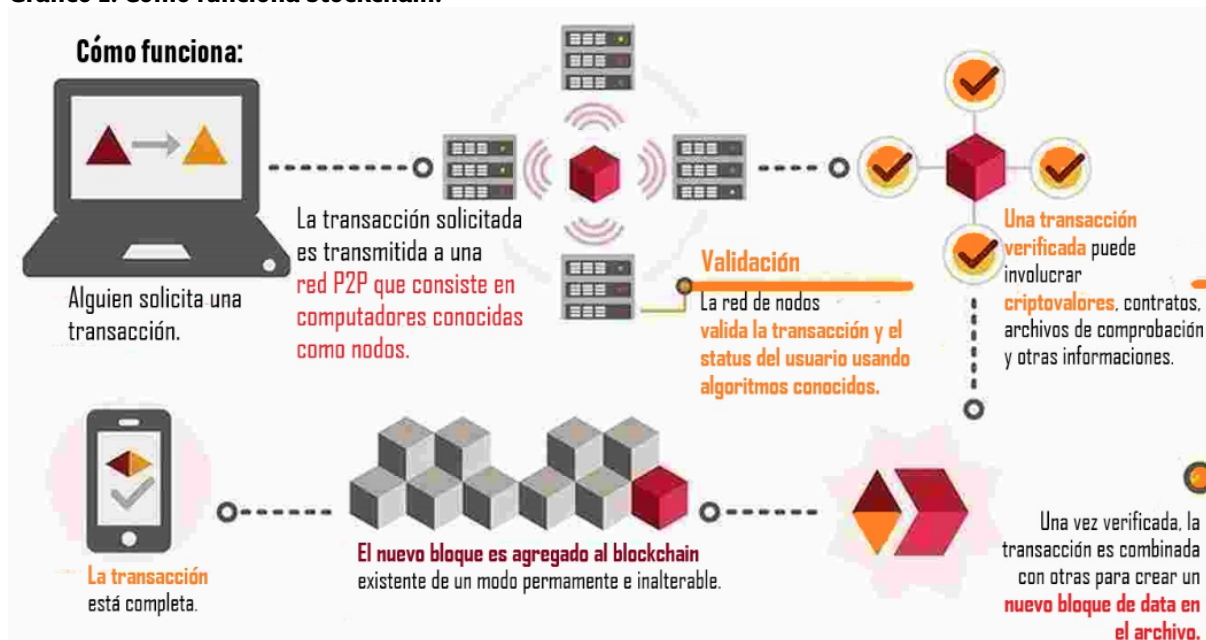
2.1. blockchain: definición y antecedentes

La tecnología de **blockchain** (BC) surge en el año 2008 vinculada a la moneda criptográfica conocida como Bitcoin. Satoshi Nakamoto (2008) es quien plantea una forma descentralizada para el intercambio de dinero y sustituye a los terceros de confianza (bancos e instituciones intermediarias), por tecnología que genera una prueba computacional del orden cronológico de las transacciones. Con el tiempo, esta tecnología superó su proyección de intercambios monetarios y comenzó a ser objeto de numerosos proyectos e iniciativas para garantizar seguridad y trazabilidad en procedimientos, transacciones y contratos entre las partes.

BC se puede definir como una base de datos distribuida y segura que almacena un registro de todas las transacciones y operaciones que han tenido lugar, dentro de una determinada red (Deloitte, 2018). Desde un enfoque financiero y siguiendo a Karp (2015), BC se reconoce como 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 para asegurar la confiabilidad de la operación.

Algunos autores se refieren a BC como un gran libro contable digital en el que se registran las operaciones (Monllau Jaques, 2018) y que actúa como base de datos descentralizada y distribuida, permitiendo mantener un registro de las transacciones realizadas mediante encriptación y logrando verificar su permanencia y revelación del historial de cambio. Los asientos se registran en tiempo real y son distribuidos o compartidos entre varias partes, por eso, cada nueva transacción, antes de ser incorporada (registrada) al bloque final de la cadena, es validada criptográficamente a través de un mecanismo de consenso entre todas las partes. Este sistema de control, hace prescindir de un tercero o autoridad central que homologue o corrobore esos intercambios entre partes. El Gráfico 1 esquematiza el funcionamiento de BC.

Gráfico 1. Cómo funciona blockchain.



Fuente: Pwc (2018).

Así, identifican tres elementos fundamentales para entender su funcionamiento: una transacción, un registro o base de datos distribuida y un sistema que verifica y almacena la transacción (Karp, 2015). Los bloques se generan a través de un **software** de código abierto y ellos registran la información sobre la modalidad y la secuencia en la que 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 BC. Dicho de otro modo, una BC es una base de datos con información horaria estampada e inmutable de cada transacción que se replica en servidores de todo el mundo.

2.2. Características de blockchain

BC pertenece a la familia de las denominadas **Distributed Ledger Technologies** (DLT). Por su definición técnica, se trata de una tecnología distribuida, de base de datos descentralizada que permite conexión entre todos los dispositivos -ordenadores-, también llamados nodos, conectados a la red. Cada uno de estos dispositivos verifica y almacena de manera independiente una copia actualizada de la base de datos (o libro contable); de esta manera se garantiza la disponibilidad de la información. Para formar parte de la red de una blockchain, es indispensable que los nodos utilicen el mismo **software** (protocolo) para poder comunicarse entre sí (Vergel, 2019).

Los nodos se encuentran conectados a la red **peer to peer** (entre pares), lo que implica que cada ordenador actúa como cliente y como servidor a la vez, optimizando el funcionamiento y permitiendo un intercambio directo y sin intermediarios

(Zemlianskaia, 2017). Aquellos nodos que se dedican a validar la transacción y agregar bloques a la BC se llaman "mineros".

El usuario de la cadena requiere los datos de las transacciones al minero, quien procede a verificar la transacción, y la incluye en el próximo bloque disponible. Sin embargo, para poder incluir la transacción en el próximo bloque, el minero necesita conocer el valor de la función de resumen criptográfica (*hash*) del último bloque registrado, y ese está oculto para todos los participantes. Ese valor *hash* debe ser referenciado para crear un nuevo bloque, de ahí que se lo conoce como protocolo de *proof of work* - prueba de trabajo- porque hay prueba de trabajo al descubrir ese valor (Frankenfield, 2021).

Para encontrar el valor *hash* de ese último bloque, el minero debe resolver un algoritmo complejo que requiere de un trabajo computacional. Es un proceso competitivo, el minero que tenga mayor poder computacional lo logrará resolver más rápido. Una vez encontrado el valor del *hash* del último bloque del registro, el minero lo comunica en la red para que otros lo verifiquen; luego de realizada la verificación crea un nuevo bloque con las transacciones.

Otro de los protocolos de validación de BC se lo conoce cómo *proof of stake* -pruebas de consenso-, en el cual no es necesario que toda la red participe del proceso, sino que basta con un conjunto de nodos que decide apostar sus propias criptomonedas para la validar una transacción. Cuanto mayor sea la cantidad de participación, mayores serán las posibilidades de que el participante obtenga la responsabilidad de validación de la transacción. En este caso, las criptomonedas ya están creadas, es decir, no hay minería y con ello se elimina la necesidad de resolver un complejo problema criptográfico, dando mayor velocidad a la transacción y a menor costo. (Frankenfield, 2021).

Al estar descentralizado, el libro mayor no se encuentra bajo la posesión de una sola persona, ni regulado por un tercero de confianza, sino que la función de custodia se dispone en cabeza de cada uno de quienes participan en la red.. De esta manera, la veracidad de la información y de las operaciones registradas en BC es otorgada por la misma tecnología, ya que la cadena de bloques funciona como un registro inmutable en el que se asientan operaciones, sin requerir de una autoridad externa a la red para validar la autenticidad o integridad de los datos (Zapiola Guerrico, 2020).

El hecho de que los registros en BC puedan ser observados por todos los usuarios y que, para la aprobación y el almacenamiento de nuevos datos y transacciones se requiera el consenso de los intervinientes de manera simultánea, implica que el riesgo de adulteración y fraude se vea disminuido o sea improbable.

Cabe mencionar que la cadena de bloques puede funcionar de manera pública o privada. En el primer caso, cualquier usuario de la red puede realizar consultas y monitorear las transacciones en cualquier momento, sin necesidad de solicitar un permiso. En las BC públicas, el proceso de consenso y de validación por el cual los bloques son agregados a la cadena es abierto y la seguridad se encuentra en las

pruebas de trabajo (mecanismos criptográficos) realizadas por los nodos, no hay una autoridad centralizada que verifique las transacciones. La BC privada tiene ciertas restricciones: cada participante tendrá un rol determinado que le permitirá acceder, registrar información o aprobar nuevos miembros según el nivel de autorización (Liu, Wu y Xu, 2019). En general, se establece dentro de una misma empresa o un mismo organismo, donde sólo los usuarios de esa organización tienen permiso de escritura en la cadena (Zemlianskaia, 2017).

En resumen, la cadena de bloques tiene importantes cualidades: seguridad, dado que una vez que los datos correspondientes a una transacción son registrados ya no se pueden modificar; transparencia, ya que permite que el participante pueda consultar la operación realizada - lo que no implica que se pueda acceder a toda la información; puede haber capas o permisos de visualización (Mota Sánchez, Fraile, Balbi, 2020); funciona sin intermediarios, permitiendo ahorrar costos, y la fiabilidad de las transacciones se genera desde el mismo sistema, al descentralizar la gestión y replicar los datos en cada uno de los usuarios, resultando difícil que la información sea adulterada.

2.3. Estado actual de blockchain

Si bien el origen del concepto y tecnología de BC tuvo su inicio con la moneda *bitcoin*, su potencial es mucho más amplio. La capacidad de la tecnología de BC radica en su habilidad para crear diarios de transacciones distribuidos y sin intermediarios. Numerosos campos de aplicación de estas tecnologías y la forma en que quedan documentados los registros de las transacciones tendrán importantes implicaciones en cómo se crean, almacenan y gestionan los documentos del futuro (García Morales, 2019).

La tecnología *blockchain* tiene la capacidad de impulsar el desarrollo económico de la sociedad, al permitir el seguimiento y rastreo de productos, nuevos métodos de pago, el uso de activos digitales y su aplicación en contratos inteligentes (Mota Sanchez *et al.*, 2020). Es inevitable su continuo desarrollo e implementación dado los beneficios que aporta. Además, su crecimiento viene impulsado por diversos factores que facilitan o hacen más conveniente su utilización: menores costos de ancho de banda, mayor almacenamiento de datos, mejor capacidad de procesamiento computacional, entre otros.

Aunque en la actualidad el BC se está aplicando principalmente a la operación con criptomonedas como *bitcoin* o *ether*, ya hay muchas organizaciones y gobiernos trabajando en casos de usos prácticos en otros ámbitos comerciales, financieros o de la administración pública. Se la menciona como la tecnología que va a revolucionar la forma en que se realizan y garantizan muchas de las transacciones comerciales y civiles, como un ecosistema en el que residirá el registro de intercambios de bienes y activos (García Morales, 2018).

También en el sector público se considera que la tecnología BC tiene un gran

potencial en función de las características que le son propias (inmutabilidad, transparencia y flexibilidad). Debido al poder de trazabilidad de la red, permite asegurar transparencia e integridad a la sociedad al facilitar el control al permitir saber quién ha hecho qué y cuándo (Cordero Valdavidia, 2019). Por ejemplo, la BC puede funcionar como un historial de compras y contrataciones, y aportar beneficios al acceso de la información sobre las erogaciones y utilización de los recursos públicos. En lo que hace a la prestación de servicios públicos, BC también servirá para mantener datos registrados en tiempo real, por ejemplo: su aplicación en el sistema de salud permitirá conectar toda la información relacionada a un paciente -evitando repetir pruebas y tratamientos- y agilizar las decisiones del personal de sanidad (Yahari Navarro, 2017).

A pesar de su crecimiento y evolución constante, aún existen desafíos que deben abordarse para garantizar una adopción amplia y sin inconvenientes tecnológicos, como son la baja conciencia y comprensión por parte de las organizaciones y del público en general, la falta de estándares y definiciones de mejores prácticas y una reinante incertidumbre regulatoria y legal que reconozca las aplicaciones de BC (Zemilianskaia, 2017).

En cuanto a la contabilidad y auditoría, resulta necesaria una evaluación constante de los efectos que tendrá esta tecnología en la forma de registrar y comunicar las transacciones comerciales y civiles. Se deben seguir de cerca las cuestiones tecnológicas, el grado de adopción por parte de las organizaciones, gobiernos e individuos, y por último un análisis continuo del marco regulatorio contable y legal que disponga el reconocimiento y validez de este tipo de transacciones.

Sin dudas cuando se habla del futuro de la contabilidad y la auditoría, el término **blockchain** toma cada vez mayor relevancia como una plataforma para ofrecer servicios relacionados con la autenticación y la trazabilidad de activos digitales; como lo expresan Tan y Low (2019, citados por Macias et al., 2020) la digitalización del proceso de validación en papel migrará hacia sistemas de información basados en la estructura BC y el rol de los contadores seguirá siendo la preparación de informes financieros requeridos por las empresas y los reguladores, intervendrán en políticas tales como la elección y acreditación de validadores.

3. METODOLOGÍA

En función del objetivo planteado para el desarrollo de la investigación, se realizó un ensayo sobre el funcionamiento del **blockchain** y su implicancia para la contabilidad y auditoría a través de la recopilación de información ya existente.

Se entiende por ensayo científico a un escrito relativamente breve, el cual se dedica a un tema concreto que implica su profundización, discernimiento y síntesis. El autor expresa su idea o punto de vista, en función de información objetiva recogida y presentada previamente (Benito, 2014).

A diferencia de otras metodologías, el ensayo científico permite mostrar la parte interpretativa de la subjetividad del ensayista, a través de los juicios emitidos sobre

los temas que está abordando (Martínez, Jaramillo Ríos, Salud Socorro, 2006).

Para la realización del presente artículo en primer lugar se realizó la búsqueda de la información a través de las bases de datos académicas Google Scholar y Elsevier. El protocolo de búsqueda incluyó las siguientes palabras claves que responden a las necesidades de la investigación: **blockchain**, auditoría, contabilidad, control y riesgo.

Con posterioridad los datos fueron ordenados con la finalidad de poder expresar en forma escrita las ideas o pensamientos construidos sobre la temática analizada buscando la generación de valor a partir de la interpretación realizada.

4. RESULTADOS

4.1. Impacto del uso de BC en la Contabilidad.

Es un hecho que BC se utiliza como sistema de pago, permitiendo transferir moneda digital entre comprador y vendedor, o la propiedad de cualquier otro activo entre dos organizaciones o más aún, operar en el mercado internacional de forma económica, eficiente y confiable (Hern, 2015). Este impacto creciente la ubica como una tecnología que no puede ser ignorada por la contabilidad.

Como ya fue explicado, las transacciones a través de BC disminuyen costos, puesto que, a modo de ejemplo, ya no se requiere que un banco cobre una tasa para validar la operación. A la vez, la cadena de bloques puede ser usada por la infraestructura de productos financieros tradicionales, como los contratos de préstamos e instrumentos derivados financieros (Stafford, 2016).

Si estas ventajas logran consolidarse en el tiempo, se avecinan cambios que afectarán a muchos de los tipos de documentos o registros tal como los conocemos hoy en día y, por extensión, a los aspectos esenciales de la gestión de la información y los documentos (García Morales, 2018). En este sentido, la gestión privada de los libros contables, que generalmente estaba aislada para proteger su precisión e integridad, se verá reemplazada por la administración de un libro compartido y actualizado en tiempo real.

La BC es básicamente un libro mayor cuyos registros contables no son alterables ni pueden ser destruidos; sirve como registro confiable y continuamente actualizado de las organizaciones (Lazanis, 2015). La creación de un protocolo de consenso convenido colectivamente transforma la situación de la contabilidad, ya que pretende liberar a los registros contables de sus restricciones de aislamiento y resguardo. Esta combinación de transacciones confiables mantenidas a través de un registro inmutable, ininterrumpido y cronológico otorga un grado de seguridad importante y actúa como garantía contra las falsificaciones. Dado que todas las partes comparten en un libro mayor la responsabilidad y los beneficios del mantenimiento, las alteraciones de las reglas del protocolo pueden reconocerse fácil y rápidamente. De esta manera, al reducir considerablemente la posibilidad de errores de registración, los asientos en BC sirven como un rastro de papel constantemente auditable.

La literatura coincide en que el vínculo entre la estructura BC con la contabilidad

y auditoría se da a través del libro mayor abierto compartido (Macias et al., 2020). Las registraciones de BC pueden ser centralizadas o descentralizadas. En el mundo empresarial no toda la información debe ser pública y conocida por todas las partes interesadas, ya que no es una solución atractiva para las empresas privadas, por lo que éstas se inclinarán a configuraciones centralizadas o privadas. De esta forma podrían compartir el libro mayor distribuido con el auditor o con organismos reguladores, y limitar el acceso solamente a ellos.

En el pasado, las partes mantenían registros separados de los eventos que requerían de una conciliación. La tecnología de BC puede implicar una contabilidad de triple entrada: se haría con tres libros, que incluirían los libros mayores, diarios y un tercer libro que sería la red de **blockchain** (Brandon, 2016). Ahora, con BC, la transacción es el registro; por ejemplo, las conciliaciones bancarias serían innecesarias porque las operaciones son comprobadas y aprobadas con todas las partes. Es una tecnología automática, no necesita de un intermediario para registrar y contabilizar, por lo que podría ser la tercera revolución de la contabilidad, haciéndola más transparente.

Cabe destacar que el procesamiento de las transacciones es casi en tiempo real para todas las partes interesadas en un único libro de contabilidad -una misma cadena de bloques-. BC procesa y verifica transacciones en minutos en lugar de días, lo cual lo convierte en un mecanismo casi en tiempo real para la transferencia de valor (Psaila, 2017). La velocidad de las transacciones y la exclusión de terceros puede aportar ahorros significativos en el mundo real.

En la contabilidad se requieren documentos exactos y, como se adelantó, la tecnología BC viene a añadir una nueva forma de llevar esa documentación y una nueva metodología para resguardar la información y los datos que en ella se registran (Zemlianskaia, 2017).

Lemieux (2017) realizó un estudio teórico sobre los principios, procedimientos e impactos respecto al almacenamiento de datos y documentos utilizando BC. En síntesis, concluyó que un registro es de confianza mientras se compruebe que sea exacto, fiable y auténtico. Tradicionalmente, estos requisitos son verificados por una persona experta y capacitada, pero que no está exenta de arrastrar errores por información imperfecta provista de documentación insegura (García Morales, 2018).

Teniendo en cuenta las mencionadas características y atributos que deben tener los documentos para considerarse confiables, cabe analizar los aportes que puede realizar la tecnología BC.

En cuanto a los primeros, se destacan aspectos característicos de un registro de confianza; puede decirse que no hay un rasgo inherente en la arquitectura de BC que permita asegurar que no se ingresarán datos incorrectos, es decir, no garantiza que aquella información generada fuera de la cadena de bloques de manera incorrecta sea ingresada a la red. La utilización de una red entre pares solo permite la exactitud de los datos ingresados desde BC. El funcionamiento de esta tecnología no influye en los procedimientos de creación de los registros (Monllau Jaques, 2018).

Cada bloque tiene una clave **hash** única calculada en función del contenido preciso de todas las transacciones del bloque, e incluye la de los bloques que le preceden. Si se manipula una parte de los datos en el bloque o de cualquier bloque anterior, dicha clave se vuelve inmediatamente inválida, haciendo que la manipulación sea evidente. Por este aspecto, puede afirmarse que la estructura de la BC garantiza el cumplimiento del requisito de autenticidad (Frankenfield, 2021b).

Los participantes de la transacción pueden registrar sus operaciones directamente en el libro mayor compartido de BC. Ese registro, una vez confirmado por el consenso de los participantes, es luego criptográficamente bloqueado y casi imposible de alterar (Frankenfield, 2021b). Estas características de BC de aprobación de transacciones por consenso y de la inmutabilidad de los registros pueden hacer que la contabilidad de partida doble sea obsoleta en términos de seguridad de registro y como prueba de existencia (Bacani, 2017; Gürünlü, 2019).

Desde otro enfoque también cabe mencionar que como consecuencia de la utilización de BC en operaciones de compra y venta de criptodivisas (como bitcoin), deberán adecuarse los planes de cuentas y los asientos contables. En principio, pareciera que estos activos no podrían considerarse como efectivo, ya que no suelen ser aceptadas como monedas de circulación legal, ni son emitidas por algún gobierno, por lo que tampoco podrían clasificarse como moneda extranjera. Tampoco hay acuerdo para registrarlos como intangibles cuando se pretende mantenerlo a largo plazo, ya que estos deberían ser amortizados y deteriorados (Domínguez Pérez y Lúquez Marín, 2018). Por estas razones, se presenta una necesidad de regulación a nivel global, para homogeneizar criterios y uniformar la contabilidad en estos aspectos.

4.2. Desafío para los Auditores de Estados Financieros

La concepción de la auditoría ha ido evolucionando en los últimos tiempos, en virtud de diferentes sucesos que requieren su adaptación. Sin duda la tecnología de BC ha de impactar significativamente en la labor de auditoría, tanto interna como externa. A continuación, se pretende exponer algunas de las consecuencias incipientes que ya están siendo vislumbradas.

Uno de los cambios que ha sufrido la auditoría fue su traspaso del modelo de auditoría tradicional al de auditoría basada en riesgos (ABR). Este último representa un enfoque holístico, que comprende una noción ampliada de los riesgos de negocios y de procesos del ente auditado, así como el requerimiento de una mayor atención a los riesgos de fraude (Bell et al., 2007).

En el enfoque basado en riesgos, el auditor debe entender la ventaja competitiva del cliente -sus nichos, situación frente a sus competidores, planes para crear valor- e identificar los riesgos que amenazan el logro de los objetivos del negocio. Asimismo, debe conocer si el cliente tiene implementado un proceso de administración de riesgos y su efectividad. El riesgo de fraude es incorporado como un componente del riesgo del negocio de auditoría, como objetivo central, donde los profesionales deben

centrarse en el fraude tanto en la auditoría de control interno como en la de estados financieros (Albanese y López, 2017).

El Tribunal de Cuentas Europeo ha explorado el BC desde el año 2016 y en el 2018 trabajó en forma conjunta con una empresa de Luxemburgo la cual desarrolló un software que podía registrar evidencia única (*hash*) de documentos en BC públicos. Debido a las características de inmutabilidad del libro de registros de BC, los documentos digitales conforman una pista de auditoría confiable que puede brindar evidencia. Este organismo identificó tres beneficios en el uso de este servicio: autenticación de la documentación de auditoría (evidencia); resguardo de las publicaciones del Tribunal de Cuentas y autenticación de los procedimientos de contratación pública (Cordero Valdavidia, 2019).

De este modo, BC podría impactar en la evaluación del riesgo de fraude que realicen los auditores. Una de las aplicaciones inmediatas que podrían derivarse de su uso sería la facilidad de obtener confirmaciones de la información sin requerir la intervención de terceros. Los auditores podrían acceder a toda la información relacionada con cualquier tipo de transacción sin necesidad de realizar un procedimiento de confirmación externa, con el ahorro de tiempo y costes que ello implicaría. El BC es una tecnología que promete transparencia, seguridad y auditabilidad (Crespo, 2019) y que podría potencialmente disminuir el riesgo de fraude.

Por otro lado, el desarrollo de la tecnología de la información viene impactando de manera significativa en el proceso de auditoría de estados financieros. Diversos estudios se han enfocado en el análisis de este suceso. En López, Albanese y Durán (2013) se resumen un conjunto de antecedentes y se deduce que si bien la TI no modifica el objetivo de la auditoría, cual es emitir una opinión sobre la razonabilidad de la información contenida en los estados financieros, si existe un cambio en aspectos tales como el conocimiento del cliente, la planificación de la auditoría –en particular la evaluación de riesgos y del sistema de control interno del auditado–, la obtención y las características de las evidencias y finalmente, los conocimientos requeridos a los profesionales para el desarrollo de encargos en entornos afectados por la tecnología.

El análisis de los efectos de la TI en la auditoría es continuo, dado que cada tecnología que emerge del proceso de actualización permanente que las caracteriza, implica modificaciones para la auditoría en estos nuevos entornos. BC cuestiona de alguna manera los métodos y procedimientos ya establecidos y requiere una revisión de los efectos sobre la auditoría.

Para comenzar, BC tendrá impacto en el inicio del proceso de auditoría, tanto en la etapa de conocimiento del cliente como en la evaluación de riesgos para la planificación del encargo. Esto conlleva la necesidad de los auditores de evaluar el riesgo de los estados financieros o de la información usada por la administración para la toma de decisiones (KMPG, 2018). Para estar en condiciones de realizar esa evaluación los auditores deben entender la tecnología de los libros mayores distribuidos y cómo afectan el negocio y el riesgo de auditoría.

El trabajo de auditoría podría tornarse más fácil y rápido al tener una base de datos que es inmutable, distribuida e incorruptible. Esto es así porque hay un protocolo de consenso, donde la información es validada o rechazada, de manera que los auditores ahorrarían costos de operaciones y tiempo en las auditorías. La existencia de un registro requiere el consenso y la comprobación por parte de varios nodos; ello sumado al hecho de que un registro no se pueda modificar una vez producido y que la propia tecnología permita conocer los pasos hasta la comprobación y quien los ejecutó implica que los procedimientos de auditoría sean más fáciles de verificar. (Moullan Jaques, 2018).

Los Smart contracts² o contratos inteligentes reducirían el fraude interno, mejorarían el control de los inventarios, la optimización de los flujos de caja, el control de pagos así como evitarían el retraso al eliminar la intervención de intermediarios (Deloitte, 2018).

Las conciliaciones bancarias ya no serían necesarias, dado que no se requiere que "alguien" registre la información financiera de la empresa. Incluso los reguladores pueden estar monitoreando en tiempo real, ya que el sistema registra la operación al mismo tiempo en los registros distribuidos de todos los participantes.

El papel del auditor, sin dudas, cambia tanto en el desarrollo del encargo, en las herramientas a su alcance, en los protocolos de trabajo, en el impacto en el sector, y hasta en la emisión de su informe de auditoría (Monllau Jaques, 2018).

El informe de auditoría puede ser incorporado a la cadena de bloques con una criptografía específica, dándole respaldo y veracidad a su opinión. De esta manera la cadena de bloques quedará sellada. Con esta verificación otorgada por el auditor, se certifica que todos los bloques previos a este bloque que contiene el informe han sido auditados y verificados. De esta manera todos los usuarios de la red contarán instantáneamente con la certeza del alcance de la tarea del auditor (Singh, 2020).

La comprensión de este nuevo entorno de TI requiere considerar los siguientes componentes de la tecnología de libros mayores distribuidos (Appelbaum y Nehmer, 2017): no se requiere un tercero de confianza, las transacciones se registran con una marca temporal y se convierten en una cadena de transacciones, el hash proporciona la prueba de trabajo y no puede ser alterado.

El **hash** tiene dos características: 1) está garantizado que llevará más tiempo calcular el hash a medida que la cadena de bloques crezca, dado que pueden existir numerosas transacciones almacenadas en un bloque, todas las transacciones generan un **hash** en el bloque y que también este también tiene un **hash**, lo que da como resultado una raíz de Merkle (es el **hash** de todos **hash** de todas las transacciones que forman parte de un bloque de la red de BC).y 2) es eficientemente verificable por cualquiera

² Smart contracts: se refiere a programa informático que garantiza y hace cumplir los acuerdos entre dos o más partes. Cuando se dispara una condición programada anteriormente, el contrato ejecuta la cláusula contractual correspondiente.

sin necesidad de contar con información al efecto o especial. La idea de que sea eficientemente verificable significa que cualquiera puede comprobar la validez de un bloque (Frankenfield, 2021).

La característica del tiempo computacional del **hash** es usada de la siguiente manera: si alguien quiere cometer un fraude y alterar una transacción de la cadena, debe ir al inicio de la misma, precisamente en el punto en el que se pretende comenzar a falsificar el registro. Pero no solo tendrá que volver a calcular el **hash** para esa transacción, sino que además necesitará volver a calcular los **hash** para cada transacción que sigue a esa primera que modificó. Eso resulta impracticable en términos computacionales, ya que no sólo debe hacerse en forma lineal sino que también debe hacerse en todos los nodos de la red (Reiff, 2021).

El perpetrador tendrá que volver a calcular todos los **hash** de los bloques entre el momento en que se falsificó una transacción y el presente. En el mientras tanto, si son agregadas transacciones válidas a un bloque válido y aceptados por la red **peer to peer**, entonces el perpetrador nuevamente debe volver a calcular todo y su trabajo se ve incrementado considerablemente. El sistema no garantiza que ese cambio no pueda ser insertado en el bloque, sin embargo, requiere mucho tiempo para poder llevarlo a cabo (Reiff, 2021). Se puede decir que, como la mayoría de los nodos no están activamente tratando de revertir la cadena de bloques, se podría garantizar que estos nodos pueden completar los hash válidos con mayor rapidez que el tiempo que necesitan los nodos fraudulentos que pretenden reemplazar los hash válidos.

Estos son los aspectos que los auditores enfrentan en los trabajos de examinar transacciones y los atributos de BC.

Por otra parte, se deben considerar diversos efectos que la tecnología BC tendrá sobre la ejecución de la auditoría.

En tanto todas las transacciones se encuentren registradas y almacenadas en la red de **blockchain**, el auditor ya no tendrá que solicitar y esperar a que terceros le provean informes y documentación (Liu et al., 2019). Cabe mencionar que uno de los problemas fundamentales que generan los métodos tradicionales de auditoría, obviando la cantidad de recursos que se requieren para llevarlos a cabo, es la imposibilidad de garantizar el 100% de seguridad como consecuencia de la metodología adoptada, comúnmente basada en la aplicación de muestreos. De allí deviene en parte la "seguridad razonable" que se brinda en estos encargos. Sin embargo, BC tiene el potencial para superar este procedimiento y resolver estas limitaciones, al poder auditar el universo de operaciones (Monllau Jaques, 2018) que se encuentren en la cadena en un período de tiempo determinado. De esta manera, la utilización de **blockchain** permite ahorrar recursos que anteriormente se empleaban en recabar y verificar información.

Por otra parte, BC puede potenciar la **fiabilidad de los datos** que son obtenidos como evidencia de auditoría. La evidencia es toda la información que el auditor observa y analiza para arribar a conclusiones sobre las cuales fundamenta su opinión

de auditoría. Las evidencias pueden incluir fuentes internas y externas al auditado. Los estándares consideran a las fuentes de evidencias externas a la empresa más confiables que las internas, ya que se espera que el informante sea imparcial, pero están sujetas a la disponibilidad del tercero para colaborar con el auditor. La información que es producida, en cooperación, por la red **peer to peer** de BC es fuente de información externa a la empresa. No se requiere la voluntad del tercero en responder un requerimiento de información del auditor, dado que está incorporado en el propio proceso de generación y almacenamiento de los datos (Deloitte, 2017).

La seguridad de los datos es siempre una preocupación en los entornos de TI. BC garantiza que los datos están protegidos de manipulación y que no han sido adulterados, relacionándose a la evaluación del riesgo de fraude que debe realizar el auditor. Se refiere a los controles que son aplicados para prevenir accesos no autorizados a las computadoras y a los registros. La seguridad de los datos es uno de los requisitos de su fiabilidad, y la misma es garantizada por los controles de ingreso a los registros, controles de proceso y de salida de la información (Deloitte, 2017). En la tabla 1 se correlacionan objetivos de control con las afirmaciones de gestión, a saber, exactitud, integridad, ocurrencia y **accuracy**.

Tabla 1. Afirmaciones de gestión y objetivos de controles.

Afirmación de gestión	Objetivo de control
Exactitud	Transacciones individuales y datos precisos.
Integridad	Se registran todas las transacciones.
Ocurrencia	Las transacciones sólo se registran una vez.
Precisión	El procesamiento de las transacciones es preciso.

Fuente: Adaptado de Louwers, Blay, Sinason, Strawser y Thibodeau (2017).

El uso de BC puede proveer evidencia respecto a la integridad de la transacción; es decir que ésta es completa cuando se comprueba que todos los participantes de la misma están de acuerdo en las secuencias de las operaciones. También provee evidencia de **ocurrencia** testificada por los otros miembros de la cadena (Deloitte, 2017).

La evidencia de exactitud también se da por la cooperación de los participantes cuando concuerdan en la secuencia de la transacción. Los métodos para testear los controles en un contexto de utilización de BC se refieren al ingreso de datos, su procesamiento y el análisis de la información de salida, mediante la realización de consultas precisas, observación, examinación, inspección y reproceso. Estos procedimientos de pruebas de controles son similares a los que se efectúan en un ambiente de control manual.

A su vez, los estándares de auditoría requieren que el proceso de generación de

datos sea transparente, observable y verificable. La transparencia de los datos otorga seguridad de que los mismos son precisos y provienen de la fuente original. El uso de BC en el diseño del sistema de procesamiento de transacciones ayuda a mejorar la transparencia (Deloitte, 2017), debido a que se genera un registro de una serie de bloques y a la virtud de las propiedades y singularidad que tiene el algoritmo *hash* en la cadena de bloques.

Finalmente, interesa resaltar que un cambio fundamental de este nuevo entorno de BC se dará en los procedimientos utilizados por los auditores para la obtención de las evidencias. La tabla 2 muestra los procedimientos que debe realizar el auditor para obtener evidencias de auditoría en un contexto tradicional y su comparación con un contexto de BC, con procedimientos de auditoría más técnicos.

Tabla 2. Procedimientos de auditoría. Comparación de procesos manuales y procesos continuos con blockchain.

Procedimiento	Método "tradicional"	Blockchain Método continuo
Inspección de registros y documentos	Muestreo de registros: su búsqueda, verificación y relación	Evaluación de conjunto de datos en ERP usando <i>blockchain</i>
Inspección de activos tangibles	Inventario físico, inspección visual.	Etiquetado RFID
Observación	Acompañar y observar al trabajador en un proceso.	Uso de <i>blockchain</i> o minería de procesos para verificar el flujo de trabajo
Indagación - Investigación	Entrevistas escritas u orales	Monitorear procesos y controles, identificar violaciones de procesos para su examinación
Confirmaciones	Verificar cuentas de los balances	Relacionar cadena de datos usando aplicaciones de <i>blockchain</i>
Recalculo	Extraer y recalcular para verificar	Monitorear todos los datos y procesar cálculos automáticos en los intervalos deseados
Reproceso	Reprocesar procedimientos para verificar	Replicar automáticamente todas las transacciones e identificar excepciones
Procedimientos analíticos	Análisis y estadísticas	Procesar y filtrar datos en tiempo real con ecuaciones y estadística

Fuente: Adaptado de Appelbaum y Nehmer (2017).

En un contexto de auditoría en tiempo real bajo un marco de referencia de BC, la

tecnología provee grandes pruebas de observación y libera a la auditoría de esa tarea (Deloitte, 2017). Es decir, los auditores pueden observar la marca del trabajo de las transacciones que son agregadas a cada bloque y verificar cuál de ellos ya tiene una cadena de bloque asociada (**hash**) o no.

Asimismo, facilita la obtención de confirmaciones de auditoría y aumenta su grado de seguridad, ya que pueden ser realizadas por otros miembros de la cadena. También se pueden usar confirmaciones para conocer qué participantes intervienen en los cálculos de la cadena de las pruebas de trabajo análisis de las diferentes etapas de la auditoría demuestra que el conjunto de ventajas descritas sobre el uso y las características de esta tecnología hace que el papel del auditor, en el ejercicio de su profesión, cambie considerablemente (Patil, 2017), existiendo una nueva oportunidad de desarrollo profesional.

Si bien hay distintas posturas en cuanto al impacto que la BC tendrá para la contabilidad y la auditoría, Tiberius y Hirth (2019) sostienen una posición intermedia considerando que se evolucionará hacia una auditoría continua, método empleado para realizar evaluaciones de riesgos y controles de manera automática y frecuente. El Instituto Nacional de Contadores de Colombia sostiene que la tecnología desempeña un papel fundamental en la automatización de la identificación de desvíos o anomalías permitiendo revisiones en tiempo real.

La BC proporciona seguridad en relación a las transacciones registradas, pero no en relación a la naturaleza de las operaciones; en este sentido, una transacción puede ser no autorizada, fraudulenta o ilegal o estar incorrectamente clasificada. Es decir, BC no eliminará el trabajo del auditor, que deberá participar en el análisis de estas cuestiones, pero facilitará el trabajo de extracción de datos y las actividades de preparación de auditoría. Así, el profesional deberá examinar la calidad de los códigos de la red, los poderes y autorizaciones entre pares, verificar la existencia de activos digitales, y su foco no estará puesto en examinar directamente la transacción sino en aquellos controles que permitan dar fe de la veracidad de la información que se encuentra en la red de **blockchain** y en el mundo físico (Liu, *et al.*, 2019).

La tecnología de BC persigue sobre todo la máxima transparencia y la descentralización del poder, ahora concentrado en organismos e instituciones como el Banco Central de la República Argentina, la Comisión Nacional de Valores y las firmas de auditoría que otorgan confiabilidad a la información que contienen los estados contables frente a terceros, entre otros. Se propone la sustitución de las instituciones que garantizan la confianza y la convivencia social a través de una compleja red mundial y multitudinaria de personas que, como la mano invisible del mercado, persiguen maximizar el bienestar colectivo.

Por lo tanto, si una empresa mantiene todas sus transacciones y estados contables en BC, luego BC por sí mismo, en gran medida, puede dar confiabilidad frente a terceros sobre la seguridad, fiabilidad y exactitud de los registros de la organización, evitando así posibles riesgos morales o problemas de agencia que pueden afectar a

Los intermediarios de la información. Esto puede llevar a que los servicios de auditoría tengan necesidad de reinventarse y focalizar sus esfuerzos en comprender y evaluar aspectos técnicos de BC y su diseño, aplicar pruebas de funcionamiento y examinar la consistencia de los datos. En virtud de que las transacciones registradas en BC no pueden ser manipuladas, la cuestión de la confianza deja de ser un problema en los estados contables (Byström, 2019).

Las firmas de auditoría privadas y la propia auditoría pública, como instituciones que construyen confianza colectiva, forman parte del sistema que está en discusión. En tanto la auditoría privada brinda seguridad razonable o no, respecto a que los estados financieros emitidos por las empresas no contienen errores o irregularidades y presentan la situación patrimonial y financiera - información crucial para la toma de decisiones de administradores e inversores; la auditoría pública, con sus informes, protege el uso eficiente de los fondos públicos, y custodia el cumplimiento de la legalidad, eficacia y eficiencia en la gestión. Actualmente, con la proliferación de casos de corrupción y del mal uso de presupuestos públicos, los informes de control tienen más repercusión y visibilidad social, por lo que la sociedad demanda un rol más decisivo por parte de la auditoría pública y del control externo (Benítez Palma, 2017)

El desarrollo de BC invita a reflexionar sobre el ejercicio del auditor, no solo desde el enfoque de la tecnología sino también desde los valores, al prometer alcanzar mayor transparencia y trazabilidad de las transacciones, mejorando la calidad del servicio de auditoría (Vergel, 2019).

BC pone en evidencia que existe una sólida e influyente corriente a favor del aprovechamiento de las posibilidades tecnológicas para conseguir más transparencia y trazabilidad de las transacciones económicas. Así, la utilización de técnicas informáticas para el análisis masivo de datos ya es un hecho; como lo es la detección de ineficacias, desviaciones que deben ser justificadas o fraudes en contrataciones y la auditoría debe centrarse en esta cuestión. La tecnología transformará las tareas de la auditoría que, con el análisis de datos, puede ser más preventiva que reactiva (Benítez Palma, 2017), y cumplirá mucho mejor con la función esperada.

Este nuevo giro para el rol del auditor puede resultar realmente desafiante, principalmente porque no existe una autoridad centralizada dentro de la red de **blockchain**. Por otra parte, el auditor deberá aprovechar su experiencia en las tecnologías de la información, pero también realizar tareas adicionales que requerirán la incorporación de nuevos conocimientos o capacidades, o bien la conformación de un equipo interdisciplinario, del mismo modo que venía ocurriendo con otros entornos tecnológicos (Monllau Jaques, 2018).

Sin embargo, la integración de BC en el proceso de auditoría será mayormente gradual y no una disrupción a gran escala. Como primer paso, se deben tomar los recaudos de diseño de una BC, por ejemplo, considerar el sistema de contabilidad de una empresa y cómo se relacionan con los requerimientos de BC. Luego, hay que considerar la fiabilidad y seguridad de los datos y la transparencia de las transacciones

en aquellos sistemas contables que tienen un enfoque en BC o en libros mayores distribuidos, usando la investigación en ciencias de diseño (*Design Science Research*, o DSR por su sigla en inglés).

El enfoque de DSR para BC desarrolla la necesidad de analizar su funcionamiento desde los aspectos del diseño de sistemas auditables (Appelbaum y Nehmer, 2017). Se debe considerar cómo los auditores van a poder desarrollar su trabajo y proveer seguridad en los sistemas. Asimismo, considerar cómo estas tecnologías afectan a las confirmaciones y a las evidencias.

Tal como se ha expuesto, y como ha ocurrido en el caso de otras tecnologías emergentes –como lo fue en su momento la computación en la nube– BC aún se encuentra en un estado de desarrollo. Ello implica que queda mucho por comprender y estudiar, en particular respecto de sus efectos sobre la auditoría de estados financieros. Ello justifica el análisis y la realización de investigaciones que colaboren con el desarrollo de la disciplina en un ambiente tecnológico cambiante.

5. CONCLUSIONES

Elegir BC no solo es una cuestión de innovación tecnológica, es una decisión que puede transformar los modelos y procesos de negocios y remodelar el conjunto de partes interesadas y sus roles.

Al igual que cualquier concepto emergente, con beneficios potenciales significativos, no es aplicable a todas las situaciones. Los usuarios y desarrolladores más innovadores aún están adentrándose en los desafíos tecnológicos y de gestión. Los tiempos de adopción de esas tecnologías y su adecuación regulatoria pueden llevar años.

Desde el punto de vista de infraestructura tecnológica, hay cuestiones aún no resueltas respecto a la escalabilidad de la plataforma, métodos de validación, estandarización e integración de datos y sistemas. En el campo administrativo, los interrogantes incluyen la transformación del modelo de negocio, la posibilidad de inversión y actualización de tecnología que permita aumentar la capacidad de trabajo en varias de sus operaciones. Es decir, aún no está clara la relación entre el costo de la inversión necesaria y sus efectos en la escalabilidad de las operaciones, de manera que sea rentable y atractiva una actualización integral de los sistemas y una reingeniería de los procesos.

BC está ganando protagonismo por los intereses de industrias de servicios financieros y gobiernos que están adoptando esta tecnología para registros de propiedades, sistemas de identificación, registros de salud y elecciones. Dado el creciente interés de diversos sectores –públicos y privados–, es necesario que los auditores se involucren, porque BC inevitablemente se introducirá en sus labores de auditoría.

Sectores financieros y empresariales ya han comenzado a realizar pruebas piloto para utilizar BC en sus operaciones y a analizar los beneficios de la computación en la nube pero, si bien el sector privado aparenta ser el más avanzado, la implementación e integración de estas tecnologías en sus negocios continúa siendo un área que

requiere investigación.

Por otro lado, parece razonable la incertidumbre de los profesionales en auditoría dado que su adaptación parece más lenta en comparación al ritmo progresivo que adopten sus clientes. Las empresas, al invertir en actualización de equipos informáticos y sistemas que garanticen trazabilidad de las transacciones, podrían tornar irrelevante e inefectivo un trabajo de auditoría.

Sin embargo, se debe tener presente que el concepto de BC engloba realidades diferentes y desafiantes, lo cual permite descubrir nuevas oportunidades para el profesional auditor que lo impulsarán a actualizar su rol a las demandas de los tiempos actuales. La conformación de equipos de trabajo transversales y multidisciplinarios, en los que participen no solamente expertos contables sino también especialistas informáticos, será favorable y agilizará la adaptación a estos cambios. También parece ser inminente una transformación en la estrategia, planificación y diseño de la auditoría.

Tal como se analizó, existen propiedades intrínsecas de la red de bloques que brindan la garantía de confiabilidad, pero aún no están seguros los códigos de software que integran e interactúan en esa cadena, pudiendo presentar fallas en el diseño o vulnerabilidades en los servidores. Esta podría ser una de las tantas nuevas tareas que deba realizar el auditor: pruebas de funcionamiento dirigidas a validar que el proceso de BC funcione como se espera.

La posibilidad de actualización automática de los libros mayores en tiempo real, donde cada una y todas las transacciones son instantáneamente incluidas en el BC de la empresa, puede potencialmente hacer que la información contable de la organización sea más confiable y oportuna.

El potencial uso de BC como registro de datos y almacenamiento de información, si bien promete documentar transacciones que impliquen evidencias creíbles e íntegras, hace considerar que el auditor requerirá perfeccionarse en materia de análisis de grandes volúmenes de datos (big data), inteligencia artificial y ciencia de datos. De esta manera, BC será el nuevo medio en el que el auditor se tendrá que desenvolver y, manteniendo su atención en detectar riesgos, monitorear procesos en tiempo real y obtener evidencias, deberá desarrollar capacidades de procesamiento para examinar grandes cantidades de referencias documentadas en la cadena de bloques, para así poder expresar la realidad económica que se vierte en esta tecnología.

La automatización y seguridad que brinda la BC sin dudas va a jugar un papel relevante en la tendencia hacia la auditoría continua que hoy promueven tanto reguladores como organismos profesionales.

Lo expuesto en el presente trabajo lleva a pensar que si bien resulta difícil de imaginar una sociedad autorregulada, sin instituciones y con el poder distribuido en red, no quiere decir que sea imposible. Los valores sociales están cambiando y la tecnología avanza rápidamente; con lo cual, la auditoría será requerida para controlar la integridad del sistema, en la medida que conozca los riesgos factibles en

la infraestructura BC.

Pasará un tiempo hasta que se produzca una amplia comercialización de plataformas y aplicaciones de BC. Si bien se presentan muchas incertidumbres y oportunidades, desde la falta de marcos regulatorios y legales hasta los vertiginosos cambios que puede producir en el rol del profesional, es importante no subestimar el impacto de BC. Parecen incalculables los usos que pueden darse a la cadena de bloques; cada estructura de transacciones, tales como hoy las conocemos podrían ser mejoradas por soluciones basadas en BC, por eso, es relevante la formación continua en el conocimiento sobre su funcionamiento y aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBANESE, D., LÓPEZ, M.A. (2017). El entendimiento del negocio: pilar fundamental para una auditoría basada en riesgos. *Profesional y Empresaria D&G*, n. 215, agosto, 783-792.
- APPELBAUM, D., NEHMER, R. (2017). Using Drones in Internal and External Audits: An exploratory framework. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 99–113. <https://doi.org/10.2308/jeta-51704>
- ASOCIACIÓN PARA EL PROGRESO DE LA DIRECCIÓN (APD). (2019). ¿Cuáles son los principales retos y riesgos del *blockchain*?. En: <https://www.apd.es/retos-y-riesgos-del-blockchain/>
- BACANI, C. (2017). Blockchain will revolutionise the profession. ACCA. En: <https://www.accaglobal.com/an/en/member/member/accounting-business/2017/05/in-focus/cb-may17.html>
- BELL T., PEECHER M., SOLOMON I., MARRS F., THOMAS H. (2007). *Auditoría basada en riesgos. Perspectiva estratégica de sistemas*. Mantilla Blanco (Trad.). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- BENÍTEZ PALMA, E. (2017). *Blockchain*, auditoría pública y confianza: un triángulo no equilátero. Cámara de Cuentas de Andalucía. En: http://www.sindicatura.cat/documents/523211/606604/G5_Com_Benitez_blockchain.pdf
- BENITO, M. (2014). "Guía práctica: cómo hacer un ensayo científico". ELSEVIER. En: <https://www.elsevier.com/es-es/connect/educacion-medica/guia-practica-como-hacer-un-ensayo-cientifico>.
- BRANDON, D. (2016). The *BLOCKCHAIN*: The Future of Business Information Systems?. *International Journal of The Academic Business World*, Fall 2026, v. 2, n. 2, 33-40.
- BYSTRÖM, H. (2019). *Blockchains*, Real -time Accounting, and the Future of Credit Risk Modeling. *Ledger Journal*, v. 4, 40-47.

- CORDERO VALDAVIDA, M. Blockchain en el sector público, una perspectiva internacional. Revista Vasca de Gestión de Personas y Organizaciones, N°. 16, 2019, págs. 16-34. En: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6945314>
- CRESPO, M. (2019/03/12). ¿Es el **blockchain** el futuro de la auditoría?. En <https://auren.com/es/blog/es-el-blockchain-el-futuro-de-la-auditoria/>
- DELOITTE. (2017). **Blockchain** technology and its potential impact on the audit and assurance profession. En: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/audit/us-audit-blockchain-technology-and-its-potential-impact-on-the-audit-and-assurance-profession.pdf>
- DELOITTE. (2018). La revolución de la **blockchain** en la auditoría interna. En <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/governance-risk-and-compliance/articles/blockchain-auditoria-interna.html>.
- DIEM. 2021. Diem White Paper. En: <https://www.diem.com/en-us/white-paper/>
- DOMÍNGUEZ PÉREZ, G., LÚQUEZ MARÍN, W. (2018) Implicaciones contables del Bitcoin y otras criptomonedas. Trabajo de grado en Contabilidad y Finanzas. Facultad de Economía, Empresa y Turismo. Universidad de La Laguna. En: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/9251/Implicaciones%20contables%20del%20Bitcoin%20y%20otras%20criptomonedas..pdf?sequence=1%20>
- FRANKENFIELD, J. (2021). **Proof of work**, Investopedia.com. En: <https://www.investopedia.com/terms/p/proof-work.asp>
- FRANKENFIELD, J. (2021b). **Hash**, Investopedia.com. En: <https://www.investopedia.com/terms/h/hash.asp>
- GARCÍA MORALES, E. (2018). Luces y sombras sobre el impacto del **blockchain** en la gestión de documentos. *Anuario ThinkEPI*, v. 12, 345-351.
- GARTNER (2019). Gartner Predicts 90% of Current Enterprise **blockchain** Platform Implementations Will Require Replacement by 2021. En: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-07-03-gartner-predicts-90--of-current-enterprise-blockchain>
- GÜRÜNLÜ, M. (2019). **Blockchain** as a disruptive technology reshaping corporate governance and finance en Global Challenges In Development Finance and Eduation, *Global Studies Series*, v-5, 115-124.
- HERN, A. (2015). Nasdaq Bets on Bitcoin's **blockchain** as the Future of Finance. En: <http://www.theguardian.com/technology/2015/may/13/nasdaq-bitcoin-blockchain>
- KMPG. (2018). Could **Blockchain** be the foundation of a viable KYC utility?. En: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/03/kpmg-blockchain-kyc-utility.pdf>

- LEMIEUX, V. (2017). *Blockchain* and Distributed as Trusted. Recordkeeping Systems: An Archival Theoretic Evaluation Framework. *Future Technologies Conference (FTC) 2017*, School of Library, Archival and Information Science, The University of British Columbia.
- MENDOZA MARTINEZ, V.; JARAMILLO RIOS, S. (2006). "Guía para la elaboración de ensayos de Investigación (ensayo de un ensayo)". *Revista del Centro de Investigación*. Vol. 7, N°26, pp.63-79. Universidad La Salle. Distrito Federal, México.
- MOULLAN JAQUES, M. (2018). La *blockchain*, una oportunidad para el auditor. *Revista de Contabilidad y Dirección*, vol. 27, 61-70.
- KARP, N. (2015). Tecnología de cadena de bloques (*blockchain*): la última disrupción en el sistema financiero. *BBVA Research*, julio 2015. En <https://www.bbva.com/publicaciones/eeu-tecnologia-de-cadena-de-bloques-la-ultima-disrupcion-en-el-sistema-financiero/>
- LAZANIS, R. (2015). How Technology Behind Bitcoin Could Transform Accounting as We Know It. En: <https://www.borndigital.com/2015/01/22/how-technology-behind-bitcoin-could-transform-accounting-as-we-know-it-2015-01-22>
- LÓPEZ, M.A., ALBANESE, D., DURÁN, R. (2013). Auditoría Financiera en Entornos de Computación en la Nube: Revisión del Estado del Arte. *Escritos Contables y de Administración*, (4) 1, 109-147.
- LOUWERS, T., BLAY, A., SINASON, D., STRAWSER, J., Y THIBODEAU, J. (2017). *Auditing & Assurance Services*. (7th edition). New York: McGraw Hill Education.
- LIU, M., WU, K., XU, J.J. (2019)., How Will *blockchain* Technology Impact Auditing and Accounting: Permissionless versus Permissioned *blockchain*. *Current Issues in auditing*, 13(2), A19-A29.
- MACIAS, H., FARFAN, A., RODRIGUEZ, B. (2020). Contabilidad digital: los retos de la tecnología *blockchain* para académicos y profesionales. *Revista Activos*, 18 (1), 9-23. doi: <https://doi.org/10.15332/25005278/6152>
- MONLLAU JAQUES, T. (2018). La *blockchain*, una oportunidad para el auditor. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 27, 61-70.
- MOTA SANCHEZ, E., FRAILE, V., BALBI, D. D. *blockchain*, criptoactivos e inteligencia artificial (BCIA): desafíos para la contabilidad y la auditoría 4.0.
- PATIL, H. (2017). CPA Trendlines: 22 ways *blockchain* will change the Accounting profession forever. En: <https://cpatrendlines.com/2017/07/03/22-ways-blockchain-will-impact-accounting-profession/>
- PSAILA, S. (2017). *Blockchain*. A game changer for audit process?. Deloitte Malta. En:

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mt/Documents/audit/dt_mt_article_blockchain_gamechanger-for-audit-sandro-psaila.pdf

- PWC. (2018). *blockchain* in Real Estate. Versatile *blockchain* capabilities. En: <https://www.pwc.de/en/real-estate/digital-real-estate/blockchain-in-real-estate.html>
- REIFF, N. (2021). How does a *blockchain* prevent double-spending of bitcoins?. Investopedia.com. En: <https://www.investopedia.com/ask/answers/061915/how-does-block-chain-prevent-doublespending-bitcoins.asp>
- SATOSHI NAKAMOTO (2008). Bitcoin: Un Sistema de Efectivo Electrónico Usuario-a-Usuario. En https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_es_latam.pdf
- SINGH, M. (2020). *Blockchain* technology for corporate reporting: an investor perspective. CFA Institute. En: https://www.cfainstitute.org/-/media/documents/article/position-paper/cfa-blockchain-wp_text.ashx
- STAFFORD, P. (2016). *blockchain* backers urged to consider protecting users from fraud. Financial Times, 25/01/2016. En: <https://www.ft.com/content/fba22346-c370-11e5-b3b1-7b2481276e45>.
- TAN, B. S. Y LOW, K. Y. (2019). *blockchain* as the Database Engine in the Accounting System. *Australian Accounting Review*, 29(2), 312-318. doi: <https://doi.org/10.1111/auar.12278>
- TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. (2016). *La revolución blockchain. Descubre esta nueva tecnología transformará la economía global*. Barcelona: Deusto.
- TIBERIUS, V. Y HIRTH, S. (2019). Impacts of digitization on auditing: A Delphi study for Germany. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*, 37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.intaccaudtax.2019.100288>
- VERGEL, R.A., (2019). Blockchain: auditoría, contabilidad y normativa. Trabajo de fin de Máster. Máster de Auditoría de Cuentas. En: http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/8258/TFM_VERGEL%20VERGEL%2c%20RICARDO%20ANTONIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- YAHARI NAVARRO, B. (2017). Blockchain y sus aplicaciones. En: <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2017/11/Blockchain.pdf>
- ZAPIOLA GUERRICO, M. (2020). Las nuevas tecnologías en la actividad aseguradora. Revista Ibero-Latinoamericana de Seguros, v. 54, 137-160.
- ZEMLIANSKAIA, A. (2017). Tecnología blockchain como palanca de cambio en el sector financiero y bancario. Tesis de Máster en Estudios Avanzados en Dirección de Empresa, Universidad de Sevilla.