Universidad de Buenos Aires

Facultad de Ciencias Económicas

Escuela de Estudios de Posgrado

MAESTRÍA EN CONTABILIDAD INTERNACIONAL

TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

“El contador y auditor frente a la nueva tecnología Blockchain como participante clave en la fiabilidad de la información contable”

Autor: DINO MARCELO POLIMANDI

Director: DIEGO SEBASTIÁN ESCOBAR

2023

ÍNDICE

Agradecimientos y dedicatorias

Me concedo este espacio para plasmar algunas líneas dejando un poco de lado la rigurosidad técnica que el Trabajo Final exige.

Considero que la culminación del presente trabajo representa el cumplimiento de un ciclo marcado por aprendizaje, vitalidad y anhelo de seguir adelante.

En primer lugar, agradecer a mi familia. Pilar fundamental para que hoy pueda estar escribiendo estas palabras. Sin ellos, aquí no estaría.

A la institución en sí, la Universidad de Buenos Aires. No solo por la posibilidad de estudiar, sino por ser parte de mi formación como persona y profesional.

Especial agradecimiento al Contador Diego Sebastián Escobar que aceptó cordialmente dirigir este Trabajo Final.

La emoción al alcanzar un objetivo se magnifica al recordar no solo el esfuerzo dedicado, la constancia y la pasión vivida en el camino, sino también poder compartirlo.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo analizar el rol que tiene el contador y auditor como asegurador de la fiabilidad de la información contable registrada en la tecnología *blockchain*. Para alcanzar este objetivo, se llevará a cabo una revisión bibliográfica sobre la mencionada tecnología y su impacto en la contabilidad y auditoría.

Los resultados de este estudio proporcionarán información de valor sobre cómo la tecnología *blockchain* impacta en la disciplina contable, y cómo los profesionales pueden adaptarse a estos cambios desarrollando habilidades en la implementación y uso de la tecnología *blockchain* en la generación de información contable confiable.

En el presente trabajo de investigación se destaca a la tecnología *blockchain* como una herramienta disruptiva que podría transformar la forma en que se lleva a cabo la registración, procesamiento y control de la información contable.

Palabras clave

Blockchain; Contabilidad; Auditoría; Fiabilidad.

1. Introducción

1.1 Presentación del tema

En la actualidad, la revolución tecnológica ha permeado todos los aspectos de la sociedad, y el ámbito contable y de auditoría no ha sido una excepción. Entre las tecnologías emergentes que han transformado radicalmente la manera en que se gestionan y auditan los datos financieros, se destaca la *blockchain*. Este fenómeno, originado como la infraestructura detrás de los criptoactivos, ha evolucionado hasta convertirse en una tecnología que día a día avanza y se implementa tanto en el sector privado empresarial como en el sector público.

En este contexto, la figura del contador y auditor emerge como un participante clave en la adaptación y aplicación efectiva de la tecnología *blockchain* en el ámbito contable. La confiabilidad de la información financiera es esencial para la toma de decisiones informadas y la transparencia empresarial, y comprender cómo estos profesionales desempeñan un papel crítico en garantizar dicha confiabilidad se convierte en un aspecto central de la investigación propuesta.

Esta tesis se adentra en la intersección entre la profesión contable, la auditoría y la tecnología *blockchain*, explorando no solo el impacto de esta última en las prácticas contables, sino también cómo los contadores y auditores pueden contribuir de manera proactiva a la fiabilidad y seguridad de la información financiera. A través de un análisis cualitativo, se busca desentrañar los desafíos y oportunidades que surgen en este nuevo paradigma, proporcionando una visión integral que beneficie tanto a los profesionales del sector como a la comunidad académica interesada en la evolución de la contabilidad en la era digital.

1.2 Planteamiento del problema

Algunos afirman que cada diez años se produce una revolución tecnológica en el ámbito de la información. En los años 70 aparecieron las placas impresas que dieron lugar a las placas madre; en los años 80 aparecieron las computadoras personales.

En la década de los 90 aparece el internet y en los años 2000 aparecen las redes sociales y los teléfonos móviles inteligentes. Y la nueva tecnología actual es la *blockchain* (Palao, 2016).

En primera instancia es fundamental introducir el concepto de *blockchain* (cadena de bloques) que consiste en un gran **libro contable digital** en el que se registran operaciones de forma cronológica, con una base de datos que se encuentra **descentralizada y distribuida**, mediante el registro por **encriptación**, impactándose éstas en tiempo real (Monllau Jaques, 2018).

Esta tecnología tiene como elemento disruptor la **eliminación del 'intermediario de confianza'**, es decir, hacer hincapié en la **descentralización**, y busca asegurar que las transacciones estén disponibles para los intervinientes de igual forma mediante el consenso de los participantes, generando la inmutabilidad de los registros, sin la participación de un intermediario único como validador de las transacciones (por ejemplo en el caso de los Bancos Centrales para la emisión de dinero fiduciario; o los bancos en los casos de transacciones con tarjetas de crédito).

Es una práctica normal y habitual que las empresas realicen sus registros contables entre, por ejemplo, un cliente y un proveedor, y que luego se realicen las conciliaciones de las cuentas contables mediante la solicitud de cuentas corrientes a los mencionados, ya que cada parte realiza sus propias registraciones contables. Esta práctica con la *blockchain* podría reconvertirse ya que la tecnología en sí implica ofrecer un único libro diario contable, donde todas las transacciones quedan a la vista de todos (Argañaz, Mazzuchelli, Albanese, López, 2019). Esto implica un **cambio de paradigma.**

Con la *blockchain* sería casi imposible falsear la procedencia de los alimentos o esconder si en su transporte se ha roto la cadena de frío, y en el ámbito de la salud sería casi imposible manipular los historiales médicos, y en el mercado de las joyas el comprador puede rastrear desde el origen hasta la compra y permite asegurar que no está comprando un "diamante de sangre' (Gallastegui).

Para enfocar el trabajo, a continuación se describen algunos de los problemas o puntos cruciales que surgen, como cambio de paradigma, para el profesional en Ciencias Económicas:

- ¿La *blockchain* puede cambiar el concepto de control interno en la empresa, y la vinculación entre responsabilidades y requerimientos?

- ¿Cambia el rol estratégico e interdisciplinario que debe asumir el contador y auditor respecto a la veracidad de la información plasmada en la *blockchain*?
- ¿El contador y auditor debe involucrarse y capacitarse en temas de tecnología informática o ciberseguridad?
- ¿Se eliminarán algunas tareas repetitivas u operativas para dedicarse a tareas de visión estratégica?

1.3 Relevancia

La adopción de nuevas tecnologías ha transformado significativamente el panorama contable y de auditoría. En esta era digital actual, donde la seguridad y la integridad de la información financiera son de suma importancia, entender el papel del contador y auditor frente a la tecnología *blockchain* se convierte en un tema de agenda. Este estudio busca explorar la relevancia de la participación de profesionales contables en la implementación y gestión de *blockchain*, destacando la importancia en la garantía de la fiabilidad de la información contable en un entorno tecnológicamente avanzado.

A medida que avanza la tecnología, los profesionales de la contabilidad se deben ir adaptando con el fin de no quedar rezagados en dichos avances. Estos impactan directamente en aspectos económicos de la empresa y la sociedad. La tecnología *blockchain* implica un gran desafío para los contadores y auditores ya que las empresas cada vez la estarán implementando de forma progresiva a nivel mundial. El presente trabajo puede contribuir a resaltar aspectos claves en el rol del contador ante este contexto.

1.4 Justificación

La elección de investigar el papel del contador y auditor en relación con la tecnología *blockchain* se justifica para aportar o contribuir en el estudio de cómo estos profesionales pueden ofrecer fiabilidad de la información contable en este nuevo paradigma tecnológico. La implementación de la *blockchain* requiere una comprensión profunda de sus implicaciones contables, y este estudio se propone contribuir a identificar los desafíos y oportunidades que enfrentan los contadores y auditores en este contexto.

2. Objetivos

A continuación, se detallan el objetivo general y los específicos planteados en este trabajo:

2.1. Objetivo general

- Identificar el impacto de la tecnología *blockchain* en el rol del auditor y el contador como asegurador de fiabilidad de la información contable.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar, a través de un marco teórico, las características y funcionamiento de la tecnología *blockchain* y su aplicación en la contabilidad y auditoría.
- Analizar los desafíos y oportunidades que enfrentan los contadores y auditores con la implementación de *blockchain*.
- Analizar el rol estratégico que debería cumplir el contador y auditor frente a esta nueva tecnología.
- Evaluar los beneficios y riesgos que la tecnología *blockchain* aporta a la fiabilidad de la información contable, considerando la transparencia, seguridad y confidencialidad de los datos.
- Proponer estrategias para la formación y actualización de habilidades y competencias de los contadores y auditores en relación con el uso de esta tecnología.
- Informar sobre las tareas de auditoría derivadas de la implementación de la tecnología *blockchain.*
- Realizar un análisis comparativo del control interno en situaciones previas y posteriores a la aplicación de *blockchain* asociado al sistema de información de la organización.

3. Hipótesis

En el marco del presente trabajo final, se establecen las siguientes hipótesis:

"El uso de la tecnología *blockchain* en la verificación de la información contable garantiza la integridad de los datos en auditoría."

"El uso y aplicación de conceptos de Teoría Contable son necesarios para garantizar fiabilidad y precisión de la información contable registrada en la *blockchain*".

El contador actualmente cumple el rol de dar fe de la información contable reflejada en los Estados Financieros de las organizaciones, brindando una opinión sobre si esta información ha cumplido con las Normas Contables vigentes. Las operaciones son registradas y expuestas, pero es el contador y auditor quien otorga un grado de fiabilidad en estas; lo mismo sucede con la *blockchain.*

El avance de la tecnología puede implicar la reducción de tareas operativas o rutinarias para el contador, siendo estas reemplazadas por automatizaciones o programas informáticos y/o de inteligencia artificial que realicen las tareas con más precisión y rapidez, pero la visión estratégica que estos profesionales poseen por haber capitalizado experiencia y conocimiento a lo largo del tiempo por haber trabajado en la empresa es destacable. Lo que esta nueva era tecnológica implica es un trabajo interdisciplinario más afianzado con las áreas de Tecnologías de la Información.

Las transacciones económicas deben ser registradas siguiendo reglamentos o normas comerciales, civiles y legales que deben ser monitoreadas por profesionales con acabado conocimiento sobre estos temas, como es el caso del contador y auditor. Por más de que los registros informáticos cumplan con fundamentos tecnológicos, de programación y algorítmicos, pueden aún incumplir o reflejar inconsistencias desde el punto de vista contable, legal o técnico.

4. Marco teórico

4.1. Breve recorrido sobre la historia de la contabilidad: la partida simple y la partida doble

La evolución de la contabilidad está profundamente ligada a la necesidad humana de registrar y proteger los bienes acumulados. Mosquera explica esta evolución desde las primeras sociedades humanas:

> “Así como los hombres han sentido la necesidad de reunirse para defenderse, formando las primeras sociedades humanas, también han sentido la más viva necesidad de defender la acumulación de bienes y de registrar las alternativas que en los mismos ocurrían.
>
> El hombre en la antigüedad tuvo que valerse de los medios naturales que poseía para tener presente las alternativas que sufría la acumulación de sus bienes, como producto de su trabajo o por el trueque como transacción comercial. El primero de ellos fue su memoria que según el grado de desarrollo podría mantener el recuerdo de más o menos operaciones, pero en este solo medio el hombre no podía abarcar sino un reducido número de operaciones por lo que de inmediato hubo de ingeniarse y buscar otros medios que le permitieran mantener un mayor recuerdo de sus bienes y de sus operaciones, pues a medida que éstas aumentaban, mayor era la necesidad de tener recuerdo de las mismas” (Mosquera, J. (1951)).

El paso de los métodos naturales a los físicos marcó un hito significativo en la historia de la contabilidad. Siguiendo con el mismo autor, este cambio se dio de la siguiente manera:

> "A los medios naturales le siguieron los medíos físicos y surgieron los gráficos representados por simples líneas y separados en grupos por otras líneas de mayor tamaño. Los colores tenían especial importancia en estos gráficos. Otros, representando alguna figura o animal, tenían un determinado valor y significado que sólo conocía quien lo utilizaba. El uso de los dedos de la mano tuvo gran influencia en aritmética; fue la primera manera de hacer cálculo y dicen algunos autores que de aquí surgió el sistema decimal. No bastó la mano para el cálculo. Nuevamente aguzó su ingenio el hombre, usó así cuerdas con nudos que tuvieron gran desarrollo en 103 países orientales, especialmente en China. En América ha habido manifestaciones de estos medios de recuerdo. Francisco Pizarra, en. la conquista del Perú, nos hace saber que los indios peruanos usaban para sus cálculos cuerdas anudadas que llamaban "Quippos"” (Mosquera, J. (1951)).

Uno de los avances más significativos en los métodos de registro fue el uso del ábaco:

> "Los métodos mecánicos de que el hombre se valió en sus cálculos fueron sumamente variados, pero del que se tiene un amplio conocimiento es el que en nuestros días conocemos con la denominación de "Abaco", instrumento que significó un gran avance en el cálculo aritmético y que influyó en el desenvolvimiento de esta ciencia. El progreso de la civilización, el conocimiento de las letras y de la numeración, romana primero y arábiga después, permitió la combinación de estos números con las letras y ya fue posible la registración; dejó de confiarse en la memoria y las operaciones no se limitaban a las que pudieran hacerse con los dedos. Ya era posible la registración ilimitada de operaciones, ya se daban los primeros pasos hacia la cuenta, ya se abría camino hacia lo que hoy es la ciencia de la registración" (Mosquera, J. (1951)).

Las primeras evidencias de registros contables aparecen en textos históricos fundamentales. Mosquera menciona estas primeras noticias:

> "Las primeras noticias de la registración se encuentran en la Biblia que enseña la administración y por consecuencia el control. Noticias menos vagas se encuentran en Atenas y Roma referentes al gobierno de las finanzas públicas.
>
> Los tiempos avanzan, los elementos y las cosas se van mejorando de acuerdo con la necesidad que se tiene de usarlas, del interés que existe en perfeccionarlas para que se cumpla el principio hedonístico, obtener el mayor provecho con el menor sacrificio. El hombre fue mejorando sus medios de vida; las tribus se vincularon no sólo socialmente sino también económicamente; ya tuvo la necesidad de las anotaciones más o menos sistemáticas y dio así nacimiento a otra rama del saber: la Contabilidad." (Mosquera, J. (1951)).

Montesinos Julve presenta una clasificación de los períodos contables que se puede resumir de la siguiente forma:

a) Un período empírico que comprende toda la antigüedad y la Alta Edad Media hasta 1202. En este período destacaban meras representaciones de situaciones cotidianas, especialmente entre los sumerios, egipcios, romanos y griegos, y no se ubicaban los sistemas contables completos.

b) Un período de génesis, con importancia en la partida simple, y la aparición de la partida doble, en el Siglo XIII, hasta 1494.
c) Un período de desarrollo del contismo donde se expandió y consolidó la partida doble.
d) Un período científico que comienza en la mitad del siglo XIX, hasta la actualidad.

La partida simple

En el trabajo de Mosquera (1951) se narra la evolución de este método de registro, que fue sin duda el primero en aplicarse debido a su simplicidad y al hecho de que los empresarios de aquella época solo se preocupaban por saber quién les debía y a quién debían. En ese tiempo, no existía el concepto de ejercicio económico, y así hay registros históricos como el de los Fúcares, que muestran balances comprendiendo periodos de hasta dieciséis años.

Con el tiempo, surgieron diversas formas de clasificar los métodos de registro. La partida simple, por ejemplo, se centraba en una de las cuatro cuentas generales. Algunos autores opinaban que este método solo mostraba la situación patrimonial y no la económica, revelando únicamente los efectos patrimoniales de los hechos administrativos. Otros sostenían que la partida simple trataba las cuentas de consignatarios, es decir, la entrada y salida de valores materiales. También había quienes definían la partida simple como un sistema que resalta las relaciones crediticias personales. Una visión más común es que la partida simple se define negativamente, por no ser partida doble, es decir, no reflejar tanto la situación patrimonial como la económica.

La sencillez de la partida simple resultaba conveniente, ya que permitía a los comerciantes registrar lo que consideraban relevante sin seguir normas estrictas. Sin embargo, esta falta de rigor científico implicaba que no se mostraba completamente el impacto de los hechos administrativos en el patrimonio, no se ofrecían resultados económicos y se carecía de control.

Barbei destaca que en la Edad Media se destacaba un significativo interés que se centraba en la registración de todas las operaciones, que no se efectuaban al contado. Las registraciones se realizaban en "memoriales inventarios" que recogían operaciones de caja y

contenían verdaderos inventarios. Sin embargo, rápidamente quedó insuficiente para la gran cantidad de información que el comerciante deseaba conservar.

El método de Fray Luca Pacioli (partida doble) marcó un hito en la contabilidad, estableciendo bases claras que fueron ampliamente adoptadas. A lo largo del tiempo, los contadores han buscado mejorar los métodos de registro, y muchas veces las propuestas resultaban ser simples modificaciones de los sistemas existentes, presentadas de manera exagerada como soluciones universales.

Barbei resalta que el reconocimiento de la obra de Pacioli viene especialmente ligado a la posibilidad de dar un mayor alcance a los conocimientos a partir de la publicación de un libro con un gran nivel de distribución para la época debido a la creación de la imprenta, y por la presentación de un sistema de registro utilizado por los comerciantes de esa época.

Edward Thomas Jones es una figura notable entre aquellos que propusieron métodos de partidas simples para reemplazar la partida doble. En 1796, Jones publicó el "*English System of Book-Keeping*", que fue traducido a varios idiomas y tuvo ediciones en Milán y Trieste. Fabio Besta señaló que el método de Jones tuvo más éxito que mérito, debido a la manera en que Jones lo promovió, comparándolo favorablemente con otros métodos y restando méritos a los demás. Besta fue el primer crítico de Jones, seguido por otros como Giuseppe Bornancini en 1818, Taddei en 1844 y Tito Ricciardi en 1917. Gino Zappa también criticó la obra, describiendo como ingenua la idea de encapsular los principios contables en simples fórmulas.

La partida doble

Corvellec (2001) hace un racconto de los orígenes y los fundamentos de la partida doble, explicando que es un método revolucionario que surgió en el contexto de un comercio cada vez más complejo y globalizado. Al registrar cada transacción en dos cuentas separadas, ya sea de activos o de débitos, los mercaderes podían no solo rastrear quién les debía y a quién debían, sino también analizar cómo cada movimiento financiero afectaba tanto su patrimonio como su situación económica. Este sistema difiere notablemente de técnicas contables anteriores, como los simples registros de cargo en cuenta o de liquidación, que se limitaban a anotar entradas y

salidas sin profundizar en los detalles económicos, como vimos anteriormente con la partida simple.

El desarrollo de la contabilidad por partida doble se atribuye a mercaderes italianos en los primeros años del siglo XIV, cuando las transacciones comerciales y bancarias internacionales se volvieron más frecuentes y complejas. Ante la necesidad de un sistema más robusto, estos comerciantes idearon un método que no solo mejoraba el control de las finanzas, sino que también permitía una rendición de cuentas más precisa y detallada. La primera formulación sistemática de este método se encuentra en la obra de Fray Luca Pacioli, quien, en 1494, publicó una descripción detallada en su "Suma de Aritmética, Geometría, Proporción y Proporcionalidad".

A lo largo de los siglos, la contabilidad por partida doble se ha perfeccionado y ha sido adoptada ampliamente en todo el mundo. Ha resistido la prueba del tiempo y ha sido fundamentada tanto teórica como legalmente, siendo aceptada tácitamente en legislaciones nacionales e internacionales que regulan la presentación de estados financieros. En la era moderna, sigue siendo el paradigma estándar para la contabilización, condensación, presentación y archivo de transacciones comerciales, consolidándose como un pilar fundamental de la práctica contable global.

Desde su concepción en el medioevo europeo, la contabilidad por partida doble se afianzó durante el Renacimiento y fue influida por las ideas de la ilustración y la revolución industrial. Evolucionó de ser utilizada en empresas comerciales a convertirse en un estándar crucial para las empresas industriales modernas. Su sistema dual de registro, simétrico y racional, refleja la búsqueda renacentista de orden y equilibrio, reflejada en obras como la de Paccioli.

4.2. La contabilidad tripartita (Partida triple o triple entrada)

Wanden-Berghen Lozano (2023) desarrolla de forma muy concisa como la aparición de la contabilidad de triple entrada ayuda a mejorar la veracidad de la información contable.
Como ya hemos visto en los párrafos anteriores, en la evolución histórica de la contabilidad, se ha buscado constantemente desarrollar métodos que proporcionen una representación precisa

de la situación financiera de una entidad, con el fin de ofrecer información para análisis y toma de decisiones, y prevenir fraudes. La contabilidad de partida simple, que carecía de fiabilidad y propiciaba errores y fraudes, fue superada en el Renacimiento por la contabilidad de partida doble. Este sistema mejoró significativamente la confianza al requerir comprobaciones y asegurar un mayor control con el principio de dualidad. Sin embargo, la unilateralidad de los registros en la contabilidad de partida doble no eliminó completamente los riesgos de fraude.

Ante esta situación, surgió la necesidad de auditorías para validar que las cuentas anuales reflejen adecuadamente la realidad económica y financiera de la empresa, aunque actualmente enfrentan desafíos significativos. Los auditores se basan en muestras de datos en lugar de revisar la totalidad de las transacciones contables, y el lapso entre el cierre del período contable y la presentación de las cuentas anuales deja margen para manipulaciones o riesgos imprevistos.

En este contexto, las tecnologías actuales ofrecen la oportunidad de avanzar hacia la contabilidad de triple entrada, propuesta inicialmente por Ijiri en 1986 y revitalizada con fundamentos en tecnologías de bases de datos distribuidas como el *blockchain*, según planteado por Ian Grigg en 2005. La contabilidad de triple entrada no se limita a añadir una tercera anotación a los débitos y créditos tradicionales, sino que implica registrar la información contable en una cadena de bloques, proporcionando eficiencia, transparencia, inmediatez y seguridad adicionales.

La transición hacia la contabilidad de triple entrada, apoyada en tecnología *blockchain*, podría marcar una nueva era en la historia de la contabilidad, no como una ruptura sino como un complemento crucial para mejorar la precisión y la integridad de la información financiera empresarial y facilitar interacciones más seguras entre entidades comerciales, instituciones y particulares.

La tecnología implica una contabilidad de triple entrada: libros mayores, libros diarios y la red *blockchain* (Brandon, 2016). Imaginar una situación común en el mundo de la contabilidad como son las conciliaciones bancarias. Esta práctica se tornaría innecesaria en un mundo de

contabilidad a través de *blockchain* ya que las operaciones son comprobadas y aprobadas por las partes componentes del sistema.

Según Lazanis (2015), la *blockchain* sirve como registro confiable actualizado permanentemente en las organizaciones. El protocolo de consenso provoca una modificación en la situación de la contabilidad ya que además de sus bondades en materia de inmutabilidad y resguardo de la información, se genera un grado de seguridad que actúa como garantía contra las falsificaciones.

4.3. La tecnología *blockchain*: definición

Argañaraz, Agustín; Mazzuchelli, Agostina; Albanese, Diana y López, María de los Ángeles (2019) explican que algunos autores la describen como un gran libro contable digital en el que se registran las operaciones, permitiendo mantener un registro de las transacciones realizadas mediante encriptación y logrando verificar su permanencia y revelar el historial de cambio. Además, destacan que los asientos contables se registran en tiempo real y son distribuidos o compartidos entre varias partes, lo que implica que cada nueva transacción es validada criptográficamente a través de un mecanismo de consenso entre todas las partes, prescindiendo de la necesidad de un tercero o autoridad central que homologue o corrobore esos intercambios.

Estos toman en consideración identificar tres componentes fundamentales, que son las **transacciones**, los **registros** o bases de datos distribuidos y el **sistema** que verifica y almacena las transacciones. Los "bloques" de información se generan a través de un software de código abierto y en ellos se registra los datos sobre la modalidad y la secuencia en que ha tenido lugar la transacción. Este "bloque" almacena cronológicamente información de todas las transacciones que tiene lugar en la cadena, de ahí el nombre de "cadena de bloques" o *blockchain*.

Según Ammous (2018, p. 281), "Una *blockchain* es una base de datos, fiable y segura, y un registro de activos, pero sólo para la moneda nativa de la misma y sólo si ésta es lo

suficientemente valiosa para que la red cuente con una capacidad de procesamiento lo bastante potente como para resistir ataques".

Bashir, I. (2023) expresa que existen diversas formas de definir *blockchain*; a continuación, se presentan dos de las definiciones más ampliamente aceptadas:

- **Definición para legos:** *Blockchain* es un sistema de registro compartido, seguro y en constante crecimiento en el que cada usuario de los datos posee una copia de los registros, que solo se puede actualizar si la mayoría de las partes involucradas en una transacción están de acuerdo en hacerlo.

- **Definición técnica:** *Blockchain* es un libro mayor distribuido punto a punto que es criptográficamente seguro, de solo anexión, inmutable (extremadamente difícil de cambiar) y actualizable solo mediante el consenso entre pares.

Ahora, examinemos las palabras clave de la definición técnica una por una:

- **Punto a punto (*Peer-to-peer*):** Significa que no hay un controlador central en la red, y todos los participantes (nodos) se comunican directamente entre sí. Esta propiedad permite realizar transacciones directamente entre los pares sin la participación de terceros, como un banco.

- **Libro mayor distribuido:** *Blockchain* es un "libro mayor distribuido", lo que significa que un libro mayor está distribuido en la red entre todos los pares, y cada par posee una copia completa del libro mayor.

- **Criptográficamente seguro:** El libro mayor es "criptográficamente seguro", lo que significa que se ha utilizado criptografía para proporcionar servicios de seguridad que hacen que este libro mayor sea seguro contra manipulaciones y mal uso.

- **Solo anexión:** Otra propiedad es que *blockchain* es de "solo anexión", lo que significa que los datos solo se pueden agregar al *blockchain* en orden secuencial en el tiempo.

Esta propiedad implica que una vez que se agrega un dato al *blockchain*, es casi imposible cambiar ese dato y se puede considerar prácticamente inmutable.

- **Actualizable solo mediante consenso:** La característica más crítica de una *blockchain* es que solo se puede actualizar mediante consenso. Esto es lo que le otorga el poder de descentralización. En este escenario, ninguna autoridad central controla la actualización del libro mayor. En cambio, cualquier actualización realizada en el *blockchain* se valida según criterios estrictos definidos por el protocolo *blockchain* y se agrega al *blockchain* solo después de que se alcanza el consenso entre la mayoría de los pares/nodos participantes en la red.

Sintetizando el desarrollo de la definición, la tecnología *blockchain* es una base de datos con información horaria estampada e inmutable de cada transacción que se replica en servidores de todo el mundo.

4.4. La historia de la *blockchain*

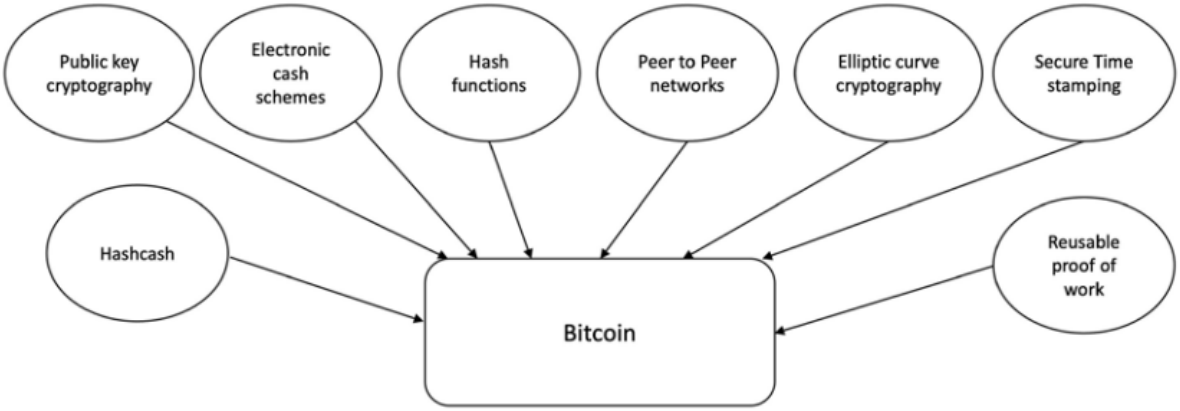
Bashir, I. (2023) resalta que *Blockchain* fue introducido con la invención de Bitcoin en 2008. Su implementación práctica ocurrió posteriormente en 2009. Sin embargo, detrás de esta tecnología hubo otras que evolucionaron y contribuyeron al desarrollo de Bitcoin en 2008:

- **1976:** Trabajo de Diffie-Hellman sobre el intercambio seguro de claves criptográficas.
- **1978:** Invención de la criptografía de clave pública.
- **1979:** Invención de los árboles de Merkle (hashes en una estructura de árbol) por Ralph C. Merkle.
- **1980s:** Desarrollo de TCP/IP.
- **1980:** Protocolos para criptosistemas de clave pública, Ralph C. Merkle.
- **1982:** Firmas ciegas propuestas por David Chaum.
- **1982:** El problema de los Generales Bizantinos.
- **1985:** Trabajo en criptografía de curva elíptica por Neal Koblitz y Victor Miller.

- **1991:** Trabajo de Haber y Stornetta sobre la prueba de manipulación de marcas de tiempo de documentos. Esto puede considerarse la idea más temprana de una cadena de bloques o cadenas de hash.
- **1992:** Cynthia Dwork y Moni Naor publican "*Pricing via Processing or Combatting Junk Mail*". Esto se considera el primer uso de Prueba de Trabajo (*Proof of Working*).
- **1993:** Haber, Bayer y Stornetta mejoran la prueba de manipulación de marcas de tiempo de documentos con árboles de Merkle.
- **1995:** Sistema Digicash de David Chaum (un sistema de efectivo electrónico anónimo) comenzó a usarse en algunos bancos.
- **1998:** Bit Gold, un mecanismo para una moneda digital descentralizada, inventado por Nick Szabo. Utilizaba cadenas de hash y quorum Bizantino.
- **1999:** Surgimiento de una aplicación de intercambio de archivos utilizado principalmente para compartir música, Napster, que es una red P2P, pero estaba centralizada con el uso de servidores de indexación.
- **1999:** Desarrollo de un servicio seguro de marcas de tiempo para el proyecto belga TIMESEC.
- **2000:** Red de intercambio de archivos Gnutella, que introdujo la descentralización.
- **2001:** Surgimiento de BitTorrent y Tablas Hash Distribuidas (DHT).
- **2002:** Hashcash de Adam Back.
- **2004:** Desarrollo de B-Money por Wei Dei utilizando Hashcash.
- **2004:** Hal Finney, la invención del sistema reutilizable de Prueba de Trabajo (PoW).
- **2005:** Prevención de ataques Sybil mediante el uso de rompecabezas computacionales, debido a James Aspnes y otros.
- **2009:** Bitcoin (primera cadena de bloques).

Estas tecnologías contribuyeron de alguna manera al desarrollo de Bitcoin, incluso si no fue de manera directa; el trabajo es relevante para el problema que Bitcoin resolvió.

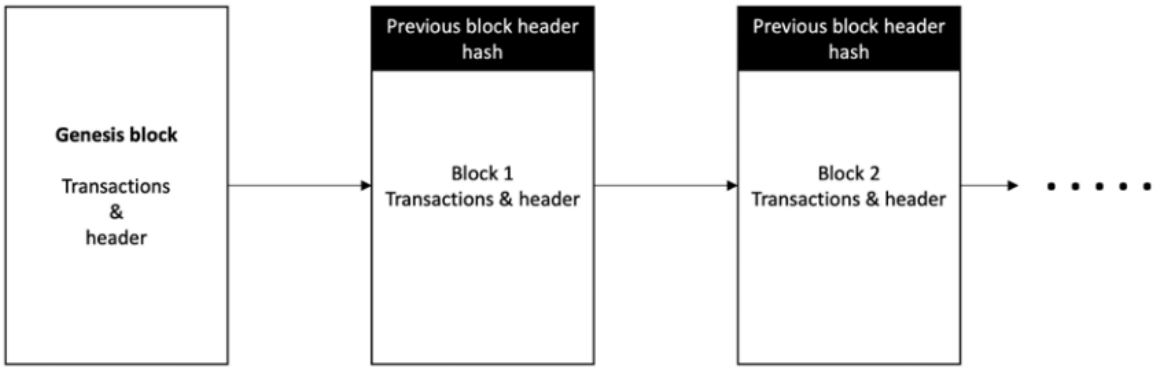
A continuación, en forma de esquema gráfico, podemos visualizar como los distintos conceptos desarrollados a través de los años se congregaron para formar parte de Bitcoin y la *blockchain:*



Bashir, I. (2023). Mastering Blockchain (4ta ed.). Packt Publishing Ltd., página 10.

4.5. Los elementos genéricos de la *blockchain*

Se pueden visualizar algunos elementos genéricos de la cadena de bloques teniendo en consideración el siguiente diagrama, según lo planteado por Bashir, I. (2023):



Bashir, I. (2023). Mastering Blockchain (4ta ed.). Packt Publishing Ltd., página 15.

- Dirección: Las direcciones son identificadores únicos utilizados en una transacción de *blockchain* para denotar remitentes y destinatarios. Una dirección suele ser una clave pública o derivada de una clave pública.
- Transacción: Una transacción es la unidad fundamental de una cadena de bloques. Representa la transferencia de valor desde una dirección a otra.
- Bloque: Un bloque está compuesto por múltiples transacciones y otros elementos, como el *hash* del bloque anterior (resumen criptográfico del bloque anterior), la marca de tiempo y el *nonce*. Un bloque consta de un encabezado de bloque y una selección de transacciones agrupadas y organizadas lógicamente. Un bloque contiene varios elementos, que presentamos de la siguiente manera:

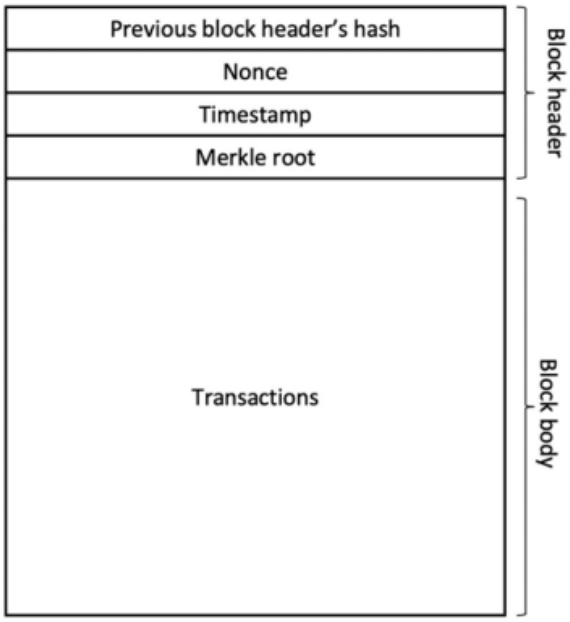
- Se incluye una referencia a un bloque anterior en el bloque, a menos que sea un bloque génesis. Esta referencia es el hash del encabezado del bloque anterior. Un bloque génesis es el primer bloque en la cadena de bloques que está codificado de antemano cuando se inicia la cadena de bloques por primera vez. La estructura de un bloque también depende del tipo y diseño de una cadena de bloques.
- Un *nonce* es un número que se genera y se utiliza solo una vez. El *nonce* se utiliza extensamente en muchas operaciones criptográficas para proporcionar protección contra reproducción, autenticación y cifrado. En *blockchain*, se utiliza en algoritmos de consenso de Prueba de Trabajo (PoW) y para la protección contra reproducción de transacciones. Un bloque también incluye el valor del *nonce*.
- Una marca de tiempo es el momento de creación del bloque.
- La raíz de Merkle[1] es un *hash* de todos los nodos de un árbol de Merkle. En un bloque de la *blockchain*, es el *hash* combinado de las transacciones en el bloque. Los árboles de Merkle se utilizan ampliamente para validar estructuras de datos grandes de manera segura y eficiente. En el mundo de la cadena de bloques, los árboles de Merkle se utilizan comúnmente para permitir la verificación eficiente de transacciones. La raíz de Merkle en una cadena de bloques está presente en la sección de encabezado de bloque de un bloque, que es el *hash* de todas las transacciones en un bloque. Esto significa que solo se necesita verificar la raíz de Merkle para verificar todas las transacciones presentes en el árbol de Merkle en lugar de verificar todas las transacciones una por una.

- Además del encabezado de bloque, el bloque contiene transacciones que componen su cuerpo. Una transacción es un registro de un evento, como la transferencia de efectivo de la cuenta de un remitente a la cuenta de un beneficiario. Un bloque contiene transacciones, y su tamaño varía según el tipo y diseño de la cadena de bloques. Por

[1] El concepto de Merkle Tree (árbol de Merkle) fue propuesto a principios de los 80 por Ralph Merkle –un científico informático famoso por sus trabajos sobre criptografía de clave pública.
Un árbol de Merkle es una estructura utilizada para verificar de manera eficiente la integridad de un conjunto de datos. Resulta especialmente interesante en el marco de las redes peer-to-peer, en las que los participantes deben compartir y validar de manera independiente información.

ejemplo, el tamaño del bloque de Bitcoin está limitado a un megabyte, que incluye el encabezado de bloque de 80 bytes y las transacciones.

El siguiente gráfico muestra un bloque genérico:



Bashir, I. (2023). Mastering Blockchain (4ta ed.). Packt Publishing Ltd., página 16.

Generalmente, hay solo algunos atributos esenciales para la funcionalidad de un bloque: el encabezado del bloque, que está compuesto por el *hash* del encabezado del bloque anterior, la marca de tiempo, *nonce*, la raíz de Merkle y el cuerpo del bloque que contiene las transacciones. También hay otros atributos en un bloque, pero en general, los componentes introducidos en esta sección suelen estar disponibles en un bloque:

- Red *peer-to-peer*: Como su nombre indica, es una topología de red en la que todos los pares pueden comunicarse directamente entre sí y enviar y recibir mensajes.

- El lenguaje de *script* o programación[2]: *Scripts* o programas realizan varias operaciones en una transacción para facilitar diversas funciones. Por ejemplo, en Bitcoin, los *scripts*

[2] Pensar en el lenguaje de *script* como una calculadora que solo admite operaciones aritméticas estándar preprogramadas. Como tal, el lenguaje de *script* de Bitcoin no puede considerarse "*Turing* completo". En palabras sencillas, un lenguaje *Turing* completo significa que puede realizar cualquier cálculo. Recibe su nombre en honor a Alan Turing, quien desarrolló la idea de una máquina de *Turing*, capaz de ejecutar cualquier

de transacción están predefinidos en un lenguaje llamado *Script*, que consiste en conjuntos de comandos que permiten a los nodos transferir bitcoins de una dirección a otra. *Script* es un lenguaje limitado en el sentido de que solo permite operaciones esenciales necesarias para ejecutar transacciones, pero no permite el desarrollo arbitrario de programas.

- Máquina virtual: Esta es una extensión del *script* de transacción introducido anteriormente. Una máquina virtual permite que se ejecute código *Turing* completo en una cadena de bloques (como contratos inteligentes), mientras que un script de transacción tiene limitaciones en su operación. Sin embargo, las máquinas virtuales no están disponibles en todas las cadenas de bloques. Varias cadenas de bloques utilizan máquinas virtuales para ejecutar programas como *EVM* y *Chain Virtual Machine* (CVM). EVM se utiliza en la cadena de bloques de Ethereum, mientras que CVM es una máquina virtual desarrollada para y utilizada en una cadena de bloques de nivel empresarial llamada "*Chain Core*".

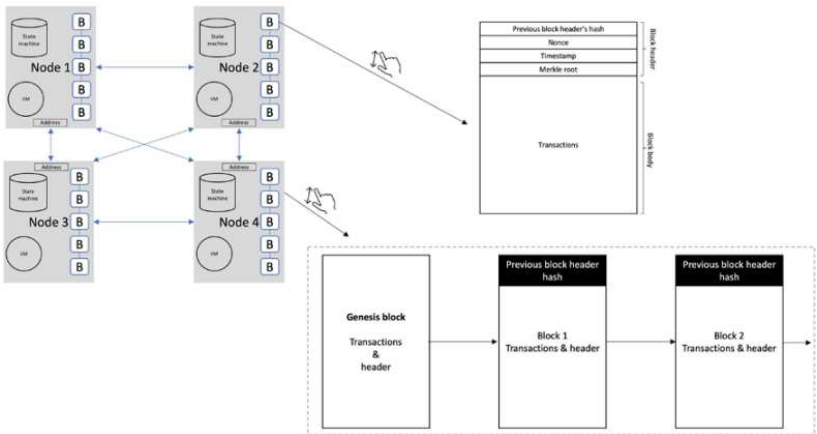
- Máquina de estados: Una cadena de bloques puede ser vista como un mecanismo de transición de estados donde un estado se modifica desde su forma inicial hasta la siguiente por nodos en la red de la cadena de bloques como resultado de la ejecución de transacciones.

- Contratos inteligentes: Estos programas se ejecutan en la parte superior de la cadena de bloques y encapsulan la lógica comercial que se ejecutará cuando se cumplan ciertas condiciones. Estos programas son ejecutables y aplicables automáticamente. La característica de contratos inteligentes no está disponible en todas las plataformas de cadena de bloques, pero ahora se está volviendo una característica muy deseada debido a la flexibilidad y poder que proporciona a las aplicaciones de cadena de bloques. Los contratos inteligentes tienen muchos casos de uso, que incluyen, entre otros, la gestión

algoritmo, por complejo que sea. Los lenguajes *Turing* completos necesitan bucles y capacidades de ramificación para realizar cálculos complejos. Por lo tanto, el lenguaje de *script* de Bitcoin no es *Turing* completo, mientras que el lenguaje *Solidity* de Ethereum sí lo es. Para facilitar el desarrollo de programas arbitrarios en una cadena de bloques, se necesita un lenguaje de programación *Turing* completo, y ahora es una característica muy deseada para las cadenas de bloques. Piensa en esto como una computadora que permite el desarrollo de cualquier programa utilizando lenguajes de programación.

de identidad, los mercados de capitales, el financiamiento comercial, la gestión de registros y los seguros.

- Nodo: Un nodo en una red de cadena de bloques realiza diversas funciones según el rol que asume. Un nodo puede proponer y validar transacciones y realizar minería para facilitar el consenso y asegurar la cadena de bloques. Este objetivo se logra siguiendo un protocolo de consenso (más comúnmente PoW). Los nodos también pueden realizar otras funciones, como la verificación simple de pagos (nodos ligeros), validación y muchas otras funciones según el tipo de cadena de bloques utilizada y el rol asignado al nodo. Los nodos también realizan una función de firma de transacción. Las transacciones son creadas primero por los nodos y luego también firmadas digitalmente por los nodos mediante el uso de claves privadas como prueba de que son los propietarios legítimos del activo que desean transferir a otra persona en la red de la cadena de bloques. Este activo suele ser un token o moneda virtual, como Bitcoin, pero también puede ser cualquier activo del mundo real representado en la cadena de bloques mediante el uso de tokens. También existen estándares relacionados con tokens; por ejemplo, en Ethereum, existen ERC20, ERC721, ERC777 y algunos otros que definen las interfaces y semánticas de la tokenización.

	Esta es una estructura genérica de una cadena de bloques. El diagrama muestra una red de cadena de bloques de cuatro nodos (en la parte superior), cada uno manteniendo una cadena de bloques, máquina virtual, máquina de estados y dirección. La cadena de bloques se amplía aún más (en el centro) para mostrar la estructura de la cadena de bloques, que se amplía nuevamente

	(en la parte inferior) para mostrar la estructura de una transacción.

Bashir, I. (2023). Mastering Blockchain (4ta ed.). Packt Publishing Ltd., página 18.

4.6. Características fundamentales de la tecnología

Argañaraz, Mazzuchelli, Albanese y López (2018) señalan que se trata de una tecnología distribuida que pertenece a la familia de las *Distributed Ledger Technologies* (DLT), y que permite la conexión entre todos los dispositivos conectados a la red. Cada uno de estos dispositivos, también llamados nodos, verifica y almacena de manera independiente una copia actualizada de la base de datos (o libro contable), lo que asegura la disponibilidad de la información. 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. Finalmente, los autores señalan que la *blockchain* tiene importantes cualidades, como son la seguridad, la transparencia y la fiabilidad de las transacciones, resultando difícil que la información sea adulterada, y las modificaciones quedan registradas.

4.7. Funcionamiento de la tecnología

Bashir, I. (2023) expresa algunas pautas que sigue el funcionamiento de *blockchain.* En el caso de la *blockchain* Bitcoin, los nodos son mineros que crean nuevos bloques y acuñan criptomonedas (monedas), o firmantes de bloques que validan y firman digitalmente las transacciones. Una decisión crítica que cada red de cadena de bloques debe tomar es determinar qué nodo agregará el próximo bloque a la cadena de bloques. Esta decisión se toma utilizando un **mecanismo de consenso.**

El consenso es un proceso para lograr un acuerdo entre nodos desconfiados sobre el estado final de los datos. Para lograr el consenso, se utilizan diferentes algoritmos. Es fácil llegar a un acuerdo en una red centralizada (en sistemas cliente-servidor, por ejemplo), pero

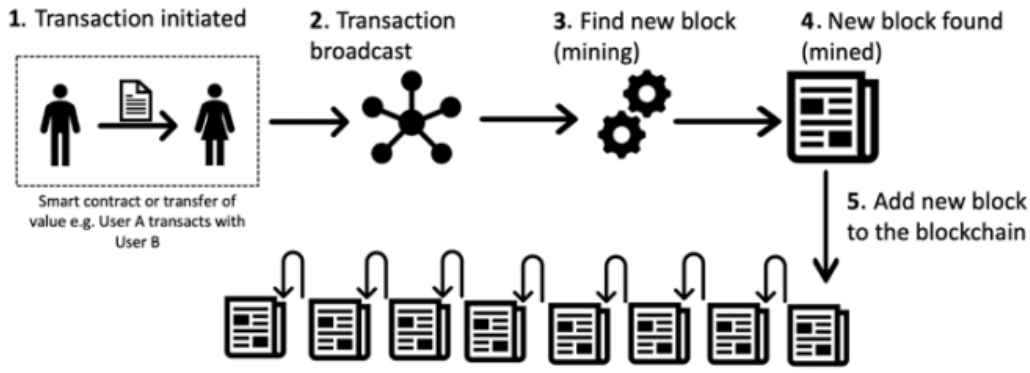
cuando participan múltiples nodos en un sistema distribuido y necesitan ponerse de acuerdo sobre un valor único, se vuelve todo un desafío alcanzar el consenso. Este proceso de alcanzar un acuerdo sobre un estado o valor común entre múltiples nodos se conoce como **consenso distribuido**. Si se permiten fallos, entonces llamamos a dicho mecanismo consenso distribuido tolerante a fallos, donde a pesar del fallo de algunos nodos, se logra un acuerdo entre ellos.

Ahora, veremos cómo una cadena de bloques valida transacciones y crea y añade bloques para hacer crecer la cadena de bloques, utilizando un esquema general para la creación de bloques:

1. **Inicio de la transacción**: Un nodo inicia una transacción creándola primero y luego firmando digitalmente con su clave privada. Una transacción puede representar varias acciones en una cadena de bloques, siendo comúnmente una estructura de datos que representa la transferencia de valor entre usuarios en la red de la cadena de bloques. La estructura de datos de la transacción generalmente incluye alguna lógica de transferencia de valor, reglas relevantes, direcciones de origen y destino, y otra información de validación. Las transacciones suelen ser transferencias de criptomonedas (transferencia de valor) o invocaciones de contratos inteligentes que pueden realizar cualquier operación deseada.
2. **Validación y difusión de la transacción**: Una transacción se propaga (se difunde) generalmente utilizando protocolos de diseminación de datos, como el protocolo *Gossip*, a otros pares que validan la transacción según criterios de validez preestablecidos. Antes de propagar una transacción, también se verifica para asegurar su validez.
3. **Encontrar un nuevo bloque**: Cuando la transacción es recibida y validada por participantes especiales llamados mineros en la red de la cadena de bloques, se incluye en un bloque, y comienza el proceso de minería. Este proceso a veces también se denomina "encontrar un nuevo bloque". Aquí, los nodos llamados mineros compiten para finalizar el bloque que han creado mediante un proceso conocido como minería.
4. **Encuentro de un nuevo bloque**: Una vez que un minero resuelve un rompecabezas matemático (o cumple con los requisitos del mecanismo de consenso implementado en una cadena de bloques), se considera que el bloque se "encuentra" y se finaliza. En este punto, la transacción se considera confirmada. Por lo general, en cadenas de bloques de criptomonedas como Bitcoin, el minero que resuelve el rompecabezas matemático

también recibe una cierta cantidad de criptoactivos como incentivo por su esfuerzo y los recursos que gastó en el proceso de minería (*"Proof of work"*)

5. **Agregar un nuevo bloque a la cadena de bloques**: El bloque recién creado se valida, se ejecutan las transacciones o contratos inteligentes en su interior y se propaga a otros pares. Los pares también validan y ejecutan el bloque. Ahora forma parte de la cadena de bloques (libro mayor), y el siguiente bloque se vincula criptográficamente de nuevo a este bloque. Este enlace se llama un puntero de hash.



Bashir, I. (2023). Mastering Blockchain (4ta ed.). Packt Publishing Ltd., página 19.

4.8. Aplicaciones de la tecnología *blockchain*

Según Ammous (2018, p. 278), las posibles aplicaciones de la tecnología de *blockchain* pueden dividirse en tres ámbitos principales: pagos digitales, contratos y bases de datos, y gestión de registros. En cuanto a los pagos digitales, los actuales mecanismos comerciales para la liquidación de pagos dependen de registros centralizados donde se consignan todas las transacciones y se mantienen los saldos de las cuentas

4.9. El estado actual de la tecnología

Según Argañaraz, Mazzuchelli, Albanese y López (2019), el potencial de la tecnología radica en crear diarios de transacciones distribuidos de manera segura y sin una autoridad central hace posible eliminar instituciones, burocracia ineficaz y regulación excesiva. Esto tendrá importantes implicaciones en cómo se crean, almacenan y gestionan los documentos del futuro (García Morales, 2019). Además, el creciente desarrollo e implementación de esta tecnología está respaldado por diversos factores que facilitan o hacen más conveniente su

utilización, como menores costos de ancho de banda, mayor almacenamiento de datos y mejor capacidad de procesamiento computacional.

Los autores señalan que la *blockchain* se está convirtiendo en la tecnología que revolucionará la forma en que se realizan y garantizan muchas transacciones comerciales y civiles. Ya existen muchas organizaciones y gobiernos trabajando en casos de uso prácticos en otros ámbitos comerciales, financieros o de la administración pública. En el sector público, se considera que transformará el modo de asegurar transparencia e integridad a la sociedad. Servirá para la implementación de políticas de gobierno transparente, y al mantener las finanzas públicas en tiempo real, los ciudadanos verán los gastos y la utilización de las partidas presupuestarias actualizadas. Como ejemplo argentino se puede mencionar a la plataforma *Blockchain* Federal Argentina, el cual consiste en un espacio que fusiona servicios y aplicaciones aprovechando la tecnología *blockchain*. Según lo indicado su página web, su diseño prioriza la escalabilidad y la perdurabilidad en el tiempo, gracias a un enfoque de gestión y desarrollo horizontal y colaborativo. Los miembros están agrupados en cinco sectores que son: Industria y Comercio; Academia; Gobiernos Provinciales y C.A.B.A.; Gobierno Nacional; y Sociedad Civil.

Sin embargo, señalan que en la tecnología aún existen desafíos que deben abordarse para garantizar una adopción amplia y sin inconvenientes tecnológicos, como la baja conciencia y comprensión por parte de las organizaciones y del público en general, falta de estándares y definiciones de mejores prácticas y una reinante incertidumbre regulatoria y legal que reconozca las aplicaciones de *blockchain*. Por lo tanto, se necesita una evaluación constante de los efectos que tendrá esta tecnología en la forma de registrar y comunicar las transacciones comerciales y civiles.

4.10. Los inconvenientes en el plano económico de la tecnología *blockchain*

Ammous (2018) identifica cinco obstáculos principales para una adopción más amplia de la tecnología *blockchain*. En primer lugar, señala que tener todos los registros de cada miembro de la red es una **redundancia** muy costosa y no tiene sentido para ningún

intermediario, ya que supone un incremento de los costos a cambio de ningún beneficio concebible. No habría ni un motivo para que un banco comparta el registro de todas sus transacciones con todos los bancos, ni que ceda recursos en electricidad para registrar las operaciones de otras instituciones financieras entre sí.

En segundo lugar, destaca que la **escalabilidad** es una barrera para la eficacia de la tecnología. Por ejemplo, una red que está distribuida en todos los nodos y estos registran todas las transacciones verá crecer de forma exponencial su registro de transacciones con mayor rapidez que el número de miembros de la red. Este almacenamiento y carga computacional sobre los miembros en una red distribuida será mucho mayor que en una red centralizada del mismo tamaño.

En tercer lugar, señala que la aplicación de la tecnología *blockchain* en **sectores muy regulados**, como el legal o el financiero, dará lugar a problemas regulatorios y a complicaciones jurídicas.

En cuarto lugar, destaca que la **irreversibilidad** de las transacciones en la *blockchain* puede ser costosa de solucionar. Con pagos, contratos o bases de datos gestionadas por intermediarios, los errores humanos o de software se pueden revertir con facilidad recurriendo al intermediario. En el caso de la *blockchain* de Bitcoin, cuando se ha confirmado un bloque y se unen nuevos bloques a la cadena, sólo será posible revertir alguna de sus transacciones reuniendo el 51% de la capacidad de procesamiento de la red, y hay que hacerla retroceder hasta donde todos estos nodos acuerdan pasarse al mismo tiempo a una *blockchain* modificada, y esperando que el otro 49% no quiera poner en marcha su propia red y se una a la nueva. Cuanto de mayores dimensiones sea la red, más difícil resulta revertir una transacción incorrecta.

Por último, destaca que la **falta de privacidad** es una preocupación importante en la *blockchain.* Es destacable considerar que un sistema abierto y descentralizado es más seguro cuanto más abierto sea el sistema y mayor el número de miembros de la red que gasten capacidad de procesamiento en la verificación. Si un sistema centralizado depende de un punto único de fallo es menos seguro con un mayor número de miembros de la red capaces de escribir en la *blockchain* ya que cada nuevo miembro de la red supone una potencial amenaza a su seguridad (p. 282).

4.11. La primera *blockchain: Bitcoin*

Bashir, I. (2023) explica en su obra que en 2008 se escribió un documento innovador titulado *"Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*" sobre el tema de efectivo electrónico entre pares bajo el seudónimo de Satoshi Nakamoto. El documento introdujo el término "cadena de bloques", que más tarde evolucionó a "*blockchain*", donde una secuencia ordenada cronológicamente de bloques que contienen transacciones es producida por el protocolo.

No es pública la identidad real de Satoshi Nakamoto. Después de introducir Bitcoin en 2009, Nakamoto permaneció activo en la comunidad de desarrolladores de Bitcoin hasta 2011, antes de ceder el desarrollo de Bitcoin a sus desarrolladores principales y simplemente “desaparecer”.

4.12. La *blockchain* y la contabilidad

Según Argañaraz, Mazzuchelli, Albanese y López (2019), el uso de *blockchain* tiene un impacto creciente en diversos ámbitos, incluyendo la contabilidad. Esta tecnología permite reducir costos y agilizar procesos, lo que la convierte en una herramienta cada vez más valiosa para las organizaciones. Además, la cadena de bloques ofrece un registro confiable y continuamente actualizado de las transacciones, lo que puede mejorar la precisión y la integridad de los libros contables.

Como señala Lemieux (2017), la utilización de *blockchain* puede contribuir a mejorar la exactitud, la confiabilidad y la autenticidad de los documentos, lo que es especialmente importante en el ámbito contable. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la tecnología *blockchain* no puede garantizar que los datos ingresados desde fuentes externas sean correctos, por lo que sigue siendo necesaria la supervisión y la verificación por parte de expertos capacitados.

4.13. Aplicación de la tecnología *blockchain* en la contabilidad y auditoría

Deloitte señala que, para garantizar la integridad y validez de la base de datos, será necesario hacer lo mismo con el contenido, para lo que se usará otra tecnología con la que nos hemos ido familiarizando en los últimos tiempos: la firma electrónica mediante la utilización de criptografía de clave pública.

Cada nodo de la red establecida tendrá su propio set de claves, que permitirán que cada información emitida vaya firmada, lo que garantiza su autenticidad. Incluso podemos ir un paso más allá, cada bloque de datos incluye una codificación que lo enlaza al bloque anterior que incluye también marca de tiempo y los datos de la transacción. Esta información, que es pública, permite controlar la trazabilidad de las operaciones, ofreciendo así una doble capa de seguridad.

Además de la trazabilidad y la autenticidad, la tecnología *blockchain* presenta otras ventajas, derivadas de que cada nodo guarda una copia de la base de datos compartidas (y que se actualiza con cada modificación). Al tener cada uno de ellos una copia, es posible recuperar la información desde cualquiera de ellos si fuera necesario, lo que garantiza la resiliencia del sistema. Por no hablar de que favorece la inmediatez en el acceso a los datos, al tratarse de un proceso cuya velocidad solo depende de la capacidad de procesamiento del nodo.

Bitcoin basa toda su existencia en esta tecnología, al actuar como notario público de las transacciones. Y es, sin duda, una de las responsables de que el término *blockchain* vaya poco a poco asentándose en el vocabulario, e imaginario, común. Pero no es, desde luego, el único campo en el que esta tecnología puede cambiar la forma en la que hacemos las cosas. La aplicación de las cadenas de *bloques* a la auditoría interna puede tener importantes repercusiones en el mundo empresarial.

Las *blockchains* permiten el registro de cada transacción ocurrida en un sistema determinado. Registro que sólo se produce cuando hay consenso, es decir, comprobación por parte de varios nodos, y que no puede ser modificado una vez tiene lugar. Además, nos permite conocer cuáles han sido los pasos dados hasta llegar a esa comprobación, y quién los ha dado. Solo tener acceso a toda esa información garantiza que los datos incluidos en la auditoría interna sean más fácilmente comprobables.

Pero hay más, la sincronicidad del sistema y el acceso local desde cada nodo puede habilitar que las auditorías no se realicen sobre la base de una muestra, sino que incluyan la población completa de transacciones. E incluso que, en lugar de realizarse de manera anual durante un periodo concreto, pueda agilizarse el procedimiento realizándose comprobaciones recurrentes, o incluso realizarse de manera continua. Es decir, podría programarse una función que revisara y auditara todas las nuevas transacciones registradas, de manera que el resultado sea mucho más riguroso.

En este sentido, los *Smart Contracts*[3] pueden ser de gran ayuda, no sólo para la gestión diaria de la empresa, sino también a la hora de llevar a cabo las auditorías internas.

En definitiva, la capacidad que estas tecnologías nos otorgan para poder conocer el estado de todas las transacciones realizadas por cualquier empresa en cualquier momento, y desde cualquier lugar de la red, así como conocer los pasos dados en su registro, son las herramientas más potentes para favorecer, y simplificar, el trabajo de los auditores, al tiempo que garantizan, de forma mucho más rigurosa, la exactitud de su trabajo.

4.14. Los contratos inteligentes ("*Smart Contracts*"): definición y aplicación en la vida real

Bashir, I. (2023) hace una breve reseña sobre la evolución de los contratos inteligentes, señalando que la sociedad humana se basa en contratos sociales. Históricamente, la sociedad estuvo acostumbrada a acuerdos y contratos realizados entre individuos o empresas. En el pasado, existían contratos escritos en piedra, madera y papel. Luego, en la era de la computadora, surgieron los contratos digitales. Sin embargo, los contratos digitales son centralizados y no son fiables. Una entidad poderosa podría salir prematuramente del contrato, influir en el contrato y sus partes de una manera u otra, o no cumplir con su parte del trato.

Szabo, N. (1997) define a los contratos inteligentes de la siguiente forma: "Es un protocolo de transacción electrónica que ejecuta los términos de un contrato. Los objetivos generales son satisfacer condiciones contractuales comunes (como términos de pago, gravámenes, confidencialidad e incluso ejecución), minimizar excepciones tanto maliciosas como accidentales, y reducir al mínimo la necesidad de intermediarios de confianza. Los objetivos económicos relacionados incluyen la reducción de pérdidas por fraude, costos de arbitraje y ejecución, y otros costos de transacción."

[3] . El *Smart Contrac*t es un robot que se ejecuta de forma simultánea en todos los nodos que forman parte del *blockchain* y que garantiza el cumplimiento de acuerdos entre partes. Por ejemplo, un *Smart Contract* puede programarse para que ejecute el pago de una factura cuando se entregue, o disfrute, el producto o servicio contratado. Al igual que el sistema en el que opera, las condiciones del *Smart Contract* están definidas de antemano, no son modificables, y son públicamente escrutables, lo que garantiza que todas las partes puedan tener acceso a ellas.
El uso de *blockchains* y *Smart Contracts* en las empresas tienen impacto, entre otras cosas, en la reducción de fraude interno y entre miembros de una red; en la mejora del control de inventarios; en la optimización de los flujos de caja; el control de pagos; y evita retrasos al eliminar la intervención de intermediarios.

Siguiendo con Bashir, I. (2023), los contratos inteligentes generalmente operan gestionando su estado interno mediante un modelo de máquina de estados proporcionado por la cadena de bloques subyacente. Esto permite el desarrollo de un marco práctico para programar contratos inteligentes, donde el estado de un contrato inteligente avanza aún más según algunos criterios y condiciones predefinidos.

También hay un debate en curso sobre si el código informático es aceptable como un contrato convencional en un tribunal de justicia. Un contrato inteligente se presenta de manera diferente al lenguaje legal tradicional, aunque representa y hace cumplir todas las cláusulas contractuales requeridas. Sin embargo, un tribunal de justicia no comprende el código informático. Este dilema plantea varias preguntas sobre cómo un contrato inteligente puede ser legalmente vinculante: ¿se puede desarrollar de manera que sea fácilmente aceptable y comprensible en un tribunal de justicia? ¿Es posible implementar la resolución de disputas dentro del código? Además, los requisitos normativos y de cumplimiento son otros temas que deben abordarse antes de que los contratos inteligentes puedan ser tan eficientes como los documentos legales tradicionales.

Ahora, esto da lugar a un problema en el que surge una gran brecha entre el mundo real y el mundo de la cadena de bloques. En esta situación, el lenguaje natural no es entendido por el contrato inteligente y, de manera similar, el código informático no es aceptable en el mundo natural. Entonces, surgen algunas preguntas: ¿Cómo se pueden implementar contratos de la vida real en una cadena de bloques? ¿Cómo se puede construir este puente entre el mundo real y el mundo de los contratos inteligentes?

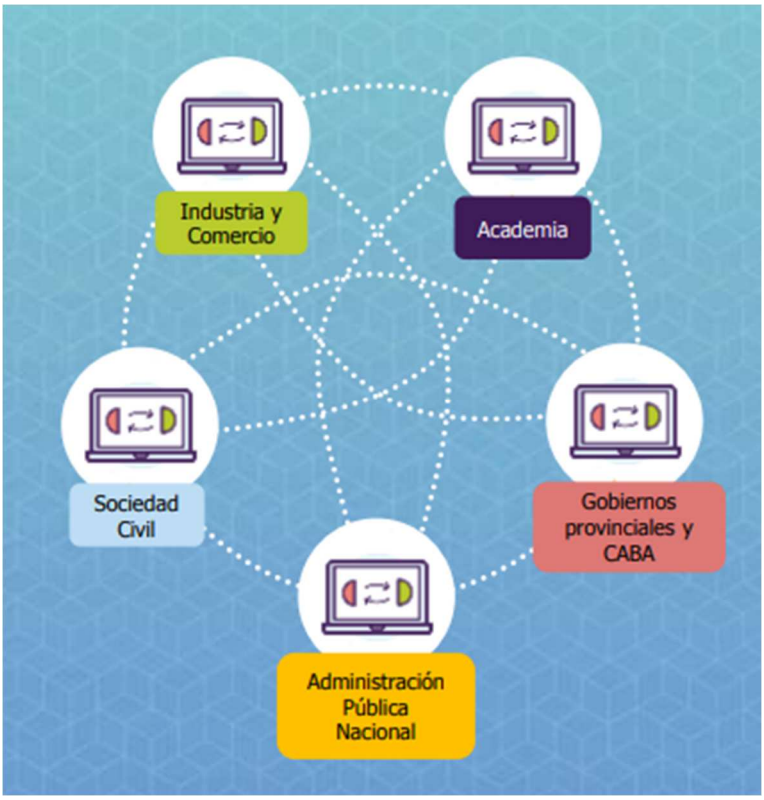
Estas preguntas abren diversas posibilidades, como hacer que el código de los contratos inteligentes sea legible no solo para las máquinas, sino también para las personas. Si tanto los humanos como las máquinas pueden entender el código escrito en un contrato inteligente, podría volverse aceptable en situaciones legales, en lugar de ser solo un fragmento de código que solo entienden los programadores. Esta propiedad deseable es un área que está lista para la investigación, y se ha dedicado un esfuerzo significativo en esta área para responder preguntas sobre la semántica, el significado y la interpretación de los contratos inteligentes.

4.15. *Blockchain* Federal Argentina (BFA)

En Argentina se creó en el año 2018 la primera plataforma multiservicios que tiene alcance federal, basada en la *blockchain,* llamada "*Blockchain* Federal Argentina" (BFA). Los miembros fundadores fueron NIC Argentina, la Asociación de Redes de Interconexión Universitaria (ARIU) y la Cámara Argentina de Internet (CABASE), y el objetivo de su creación fue promover e impulsar esta tecnología disruptiva en el país. A medida que fue creciendo el interés sobre esta plataforma se fueron sumando más miembros, implicando la creación de un Consejo de Administración y la sectorización por tipo de miembro.

La plataforma *Blockchain* Federal Argentina es un espacio que fusiona servicios y aplicaciones aprovechando la tecnología *blockchain*. Según lo que indica su página web, su diseño prioriza la escalabilidad y la perdurabilidad en el tiempo, gracias a un enfoque de gestión y desarrollo horizontal y colaborativo. Trabaja bajo un modelo de **Múltiples Partes Interesadas**, es decir, se da lugar a la participación y consideración de los enfoques de todos los actores que componen su ecosistema. Los miembros están agrupados en cinco sectores que son:

- Industria y Comercio.
- Academia.
- Gobiernos Provinciales y C.A.B.A.
- Gobierno Nacional.
- Sociedad Civil.



BRIEF de Blockchain Federal Argentina, página 26.

El Consejo de Administración de la BFA está compuesto por un representante por cada uno de los sectores anteriormente mencionados.

El modelo de *Blockchain* Federal Argentina consiste en que está diseñada específicamente para **no tener un criptoactivo asociado**. Tiene un **modelo liviano**, que consiste en que no es necesario contar con una gran cantidad de computadoras para la resolución de algoritmos complejos como sucede en la *Blockchain* de Bitcoin ya que no está el incentivo de obtener una recompensa (criptoactivo). Los mecanismos de consenso se basan en **Pruebas de Autoridad**, es decir, existe una cantidad de nodos selladores a partir del consenso de las partes que integran la *Blockchain*, que es cerrada, y los miembros que componen la red también aportan los nodos para que ésta funcione. Comparándola con la *blockchain* de Bitcoin, ésta basa el procesamiento de las transacciones en un conjunto de mineros anónimos compitiendo por la creación de un nuevo bloque. En la BFA se busca representatividad de los distintos sectores que componen la red.

Su utilización es pública, implicando solo la aceptación de un acuerdo de utilización y buenas prácticas en caso de desear desarrollar servicios y/o aplicaciones, no implicando la obligatoriedad de desplegar nodos selladores. Las transacciones en la red son gratuitas. El software es libre, de código abierto, pasible de ser auditado por cualquier interesado.

La BFA se basa en la tecnología **Ethereum**, que es una plataforma descentralizada que funciona bajo la **Prueba de Trabajo**, y permite a cualquier usuario crear y publicar aplicaciones distribuidas para ejecutar *Smart Contracts* garantizados por la cadena de bloques. La BFA toma el software de **Ethereum**, pero utilizando **Prueba de Autoridad** y sin criptomoneda asociada.

La red se compone de distintos tipos de nodos:

- Nodos selladores: Conforman la estructura central de la red confiable de la BFA ya que son los únicos que pueden sellar (sumar) bloques a la cadena.
- Nodos transaccionales: Son aquellos que pueden enviar transacciones para que luego sean sumados a la cadena de bloques por los nodos selladores. Usualmente son ejecutados por operadores de servicios que utilizan la *blockchain* (aquellos que implementan aplicaciones). Hay que disponer de una cuenta registrada en la red y aceptar las políticas de uso.
- Nodos de solo lectura: Reciben todos los bloques y las transacciones, pero solo auditan o validan que los bloques sean válidos.

Para participar de la red se puede ser **usuario**, pudiendo enviar transacciones a la red, desplegando nodos transaccionales o de solo lectura, y/o desarrollando aplicaciones sobre la red; o se puede ser **parte** participando en la toma de decisiones respecto al avance del proyecto, aportando a la infraestructura de la red con nodos selladores, firmando formularios y también la posibilidad de desarrollar aplicaciones sobre la red.

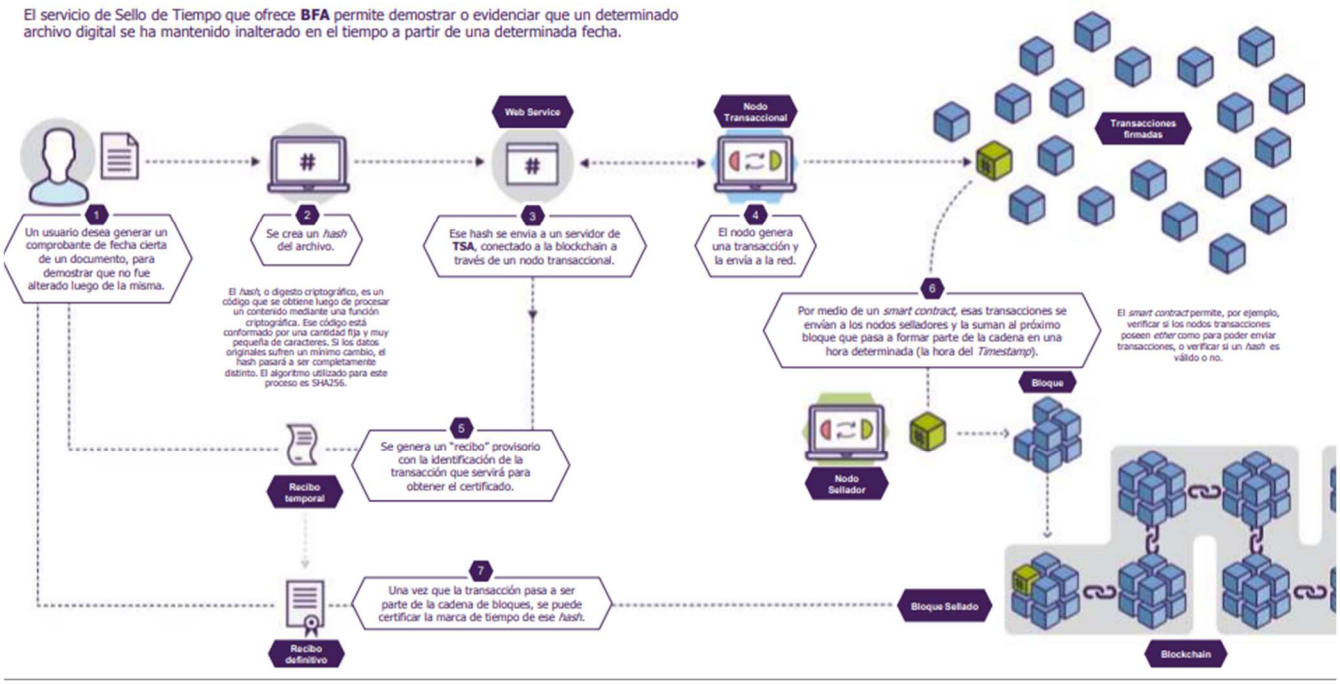
A la fecha de la redacción del presente trabajo, a modo ejemplificativo, algunas de las partes componentes de la red son:

- Agencia Nacional de Bienes del Estado.
- Agencia Nacional de Seguridad Vial.

- Armada Argentina.
- Cámara de Diputados.
- Casa de la Moneda.
- Colegio de Escribanos de la Ciudad de Buenos Aires.
- Diphot S.A. (empresa privada).
- Garbarino (empresa privada).
- Ministerio de Salud de la Nación.
- Municipalidad de Rosario.
- Red Link S.A. (empresa privada).
- Entre otros (el sitio web enumera 99 miembros).

4.16. Casos de uso de *Blockchain* Federal Argentina

- **Sello de tiempo**: Existen modos de certificar contenidos a través de *Blockchain*. Estos mecanismos permiten generar una "prueba de existencia", algo así como un sello digital que demuestra que el contenido de un mensaje existía antes de una fecha y hora determinada y no fue modificado. El servicio de TSA (*Time Stamping Authority*) desarrollado por BFA permite demostrar o evidenciar que un determinado archivo digital se ha mantenido inalterado en el tiempo a partir de una determinada fecha.



BRIEF de Blockchain Federal Argentina, página 56.

- **<u>Boletín Oficial de la República Argentina</u>**: El Boletín Oficial publica a diario en su web cuatro secciones en formato digital. Por medio de BFA se ofrece una garantía más sobre la integridad de la información, ya que cualquier ciudadano puede verificar que la información publicada no fue alterada luego de su publicación en el sitio oficial.
- **<u>Cámara de Diputados</u>**: El diputado emite el voto y el sistema genera un archivo en formato PDF que está vinculado a un "Hash", que es un código que queda registrado en la red Blockchain Federal y no permite la edición ni la manipulación de ese archivo.
- **<u>Inspección General de Justicia</u>**: Toda sociedad por Acciones Simplificadas tiene la obligatoriedad de presentar sus libros en formato digital ante la AFIP. Con BFA se garantiza la inmutabilidad de los PDF sin necesidad de tener la información publicada en la Red.
- **<u>KYAS S.R.L</u>**.: Kyas ha desarrollado y trabaja continuamente en la actualización y soporte del SITC -Sistema Informático de Trazabilidad Citrícola. Este sistema es utilizado por SENASA para administrar la información de trazabilidad de la producción de citrus que se exporta desde Argentina a los múltiples mercados de destino de la fruta fresca. Está operativo desde el 2003 y ha sido auditado en numerosas oportunidades por inspectores de los países de destino. Son usuarios de este todos los productores,

empacadores, exportadores, despachantes de aduana, funcionarios de SENASA, Federcitrus, AFINOA, CECNEA.

- **Lotería de Río Negro**: Garantiza los resultados de los sorteos sin adulterar sellándolos en *Blockchain*. Los ganadores reciben un certificado para demostrar el origen de los fondos.
- **Secretaría de Gobierno de Modernización**: Las Sociedades por Acciones Simplificadas validan sus libros digitales de actas en *Blockchain* por medio de la plataforma de Trámites a Distancia. De esta manera, es posible presentar los hashes correspondientes a cada documento sin necesidad de tener esa información publicada en la Red.
- **Superintendencia de Riesgos del Trabajo**: La Superintendencia de Riesgos del Trabajo implementó las Pólizas Digitales como una solución tecnológica de uso obligatorio para las Aseguradoras de Riesgo del Trabajo (incluidos canales comerciales tercerizados) y para los empleadores. De esta manera, se reemplaza el procedimiento de afiliación y el contrato de cobertura en soporte papel.

  Las Pólizas Digitales en formato PDF, se procesan por medio de la plataforma web, desarrollada y controlada por la SRT, que facilita y transparenta la gestión administrativa de la póliza entre la ART y el empleador.

4.17. Los libros digitales en las Sociedades Anónimas Simplificadas (S.A.S.)

La Sociedad Anónima Simplificada (S.A.S.) es un tipo societario que tiene la particularidad de que se pueden constituir de forma ágil desde una computadora. Se creó con el objetivo de que, una vez presentada la solicitud de inscripción de la sociedad, en 24 horas se obtenga en el Registro correspondiente y en la Administración Federal de Ingresos Públicos.

Este tipo societario fue creado en el año 2017, y la misma ley reglamentó que todos los libros societarios debían ser digitales.

En el año 2019, la Secretaría de Modernización Administrativa lanzó el programa **Libros Digitales de las Sociedades por Acciones Simplificadas – SAS**, herramienta que permite que se puedan realizar los trámites de una forma simple, segura y en el marco de la normativa vigente. La Inspección General de Justicia (IGJ) es la encargada de este registro

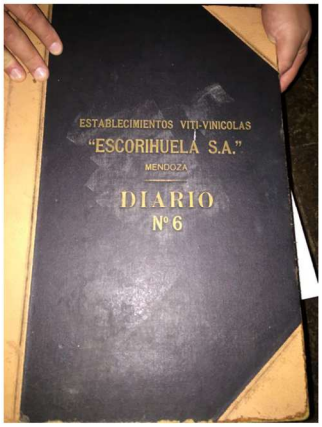
para las sociedades establecidas en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), y está bajo la jurisdicción del gobierno nacional.

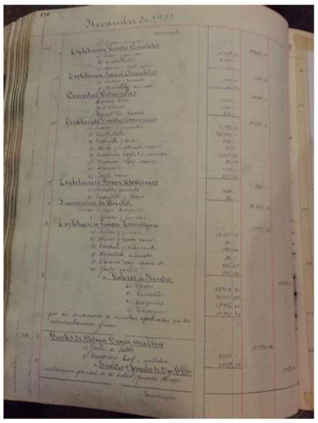
De acuerdo con lo establecido por la Secretaría, el procedimiento consiste en un trámite a presentar en Trámites a Distancia (TAD) y en la *Blockchain* Federal Argentina (BFA). Se debe calcular el hash de cada acta que se desee registrar de un libro a través, a partir de una aplicación generadora de hash. Luego, el TAD completa un formulario con ese hash y pocos datos básicos según el tipo de libro. Consecuentemente TAD realiza algunas validaciones y se conecta con la BFA que le otorga un recibo temporal de la presentación del registro del libro digital. A partir de ahí, en el corto plazo, se va a registrar el acta.

Dentro del mismo día BFA sube a sus servidores la presentación y otorga a TAD el recibo final. La presentación se registra en el registro electrónico de legajo multipropósito del Estado Nacional al que accede y administra IGJ.

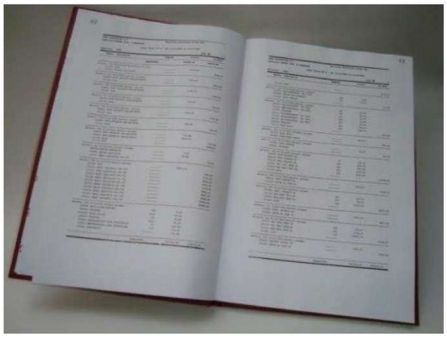
Vale recordar cómo era y sigue siendo en determinadas circunstancias las rúbricas de estos libros:

Rúbrica de Libros en 1900





Rúbrica de Libros en 2018



BFA, Libros digitales SAS, páginas 2 y 3.

4.18. Las pólizas de caución y la *Blockchain*

De acuerdo a lo establecido por la *Blockchain* Federal Argentina, una de las problemáticas de las pólizas de caución surge a raíz de que los procedimientos para contratar y cancelar los seguros son en papel, ocasionando en circunstancias el extravío de documentación, generando contratiempos para la cancelación de las pólizas.

La digitalización del proceso a través de un *Smart Contract* facilita el seguimiento del trámite, monitorear cada instancia y agilizar los procesos de las notificaciones al momento de realizar cambios en los estados de los seguros.

El beneficiario contrata el servicio, el tomador contrata la póliza de caución, el asegurador genera la póliza digital, la carga en la *blockchain*. Una vez cumplidos los términos del contrato, se notifica el "riesgo concluido" al asegurador y se da por finalizada la póliza.

4.19. Conceptos Fundamentales de la Teoría Contable (Marco Conceptual) aplicados a la *Blockchain*

La contabilidad, según el Marco Conceptual de la Resolución Técnica Número 16 emitida por la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas (F.A.C.P.C.E.) se encuentra en constante evolución para responder a las necesidades informativas de sus diversos usuarios. La *blockchain*, al proporcionar una infraestructura descentralizada y segura para el registro de transacciones, puede transformar significativamente la práctica contable y los estados financieros.

Según el Marco Conceptual de la R.T. 16 (FACPCE), la contabilidad se ubica como una tecnología social interconectada con la administración y dependiente de diversas ciencias sociales, como la economía, sociología, psicología social, ecología, entre otras, y formales como la matemática y la lógica, entre otras. Este enfoque multidisciplinario es crucial para entender y mejorar la práctica contable en el contexto de la economía global actual. La tecnología *blockchain*, por su capacidad de crear registros inmutables y transparentes, ofrece un potencial significativo para revolucionar la contabilidad y responder a las crecientes demandas de precisión y transparencia en la información financiera.

Es importante destacar que dentro la *blockchain c*ada transacción se verifica mediante un consenso distribuido y se almacena en bloques encadenados cronológicamente, lo que garantiza la integridad y la trazabilidad de los datos. Estas características son altamente beneficiosas para la contabilidad, donde la precisión y la transparencia son fundamentales.

Otro punto interesante para destacar es que el objetivo principal de los estados contables es proveer información sobre el patrimonio de la entidad emisora a una fecha específica y su evolución económica y financiera durante un período determinado. La *blockchain* puede mejorar este objetivo al garantizar que la información contable sea verificable y menos susceptible a manipulaciones. Al utilizar *blockchain*, se puede lograr una mayor transparencia y confiabilidad en los informes financieros, facilitando una mejor toma de decisiones económicas.

Los elementos de los estados contables, incluyendo activos, pasivos, patrimonio, ingresos y gastos, pueden ser registrados en una *blockchain* para asegurar que todas las transacciones sean verificables y rastreables. La inmutabilidad y la transparencia de la *blockchain* garantizan que estos elementos se registren con precisión y se mantengan intactos a lo largo del tiempo.

Otro aspecto fundamental que la *blockchain* puede ayudar es en el reconocimiento y medición de los elementos contables mediante el uso de contratos inteligentes. Estos contratos ejecutan automáticamente transacciones contables según reglas predefinidas, garantizando la

consistencia y el cumplimiento normativo. Esto no solo mejora la precisión de los registros contables, sino que también aumenta la eficiencia operativa.

Con relación a los modelos contables**,** un modelo contable basado en *blockchain* proporciona un marco más transparente y eficiente para la contabilidad. La accesibilidad en tiempo real a los registros contables mejora la capacidad de respuesta y adaptación a las necesidades cambiantes de información. Además, reduce el riesgo de errores y fraudes, dado que cada transacción es verificable y trazable.

Si hablamos de transparencia e inmutabilidad, la *blockchain* permite una mejor gestión de las desviaciones y un análisis más preciso de la significación de las variaciones en los datos contables. Las auditorías pueden ser más rápidas y precisas, detectando y corrigiendo errores de manera más eficiente. Esto es crucial para mantener la integridad de la información contable.

La implementación de *blockchain* en la contabilidad puede beneficiar a diversos usuarios de los estados contables de la siguiente manera:

Inversores: La *blockchain* proporciona una visión transparente y confiable del estado financiero y patrimonial de una empresa, facilitando decisiones de inversión más informadas.

Propietarios y directores: Permite un seguimiento en tiempo real de la gestión financiera y operativa, mejorando la capacidad para tomar decisiones estratégicas basadas en datos precisos y actualizados.

Empleados: La transparencia en la información financiera y patrimonial puede generar mayor confianza en la estabilidad y rentabilidad de la empresa, mejorando la expectativa sobre el funcionamiento de esta y la productividad del empleado.

Acreedores: La claridad y confiabilidad de los registros contables en *blockchain* pueden mejorar la evaluación de la capacidad de la empresa para cumplir con sus obligaciones financieras.

Clientes: Para clientes con dependencia comercial, la *blockchain* asegura la estabilidad y rentabilidad de las empresas, incrementando la confianza en relaciones comerciales a largo plazo.

Estado y entes sin fines de lucro: Los registros contables en *blockchain* facilitan la auditoría y supervisión por parte de organismos gubernamentales, asegurando que los recursos sean utilizados conforme a los presupuestos aprobados y mejorando la transparencia en el manejo de fondos públicos.

4.20. Los requisitos para que la información sea confiable según la Resolución Técnica Número 16

Para asegurar que la información presentada en los estados contables sea efectiva y útil para los usuarios, es crucial que cumpla con una serie de requisitos específicos. Estos requisitos deben ser considerados en conjunto y equilibrados entre sí, aplicando criterios profesionales para garantizar su idoneidad y fiabilidad. En primer lugar, la información debe ser **pertinente**, es decir, debe ser capaz de satisfacer las necesidades de los usuarios al confirmar evaluaciones previas o ayudar en la predicción de eventos futuros. Esto implica que la información debe ser relevante y estar directamente relacionada con las decisiones financieras y operativas que los usuarios deben tomar. La *blockchain*, con su capacidad para proporcionar datos en tiempo real y actualizaciones constantes, es una herramienta útil para que la información sea relevante y oportuna para la toma de decisiones financieras y operativas.

Además de ser pertinente, la información debe ser **confiable**. Esto significa que debe ser creíble para los usuarios, quienes deben poder confiar en ella para la toma de decisiones informadas. La precisión y la ausencia de sesgos se logran gracias a la transparencia y la verificabilidad intrínsecas de la *blockchain*. Para lograr confiabilidad, la información debe reflejar con precisión la **realidad** económica de la empresa, estar libre de sesgos y ser verificable por terceros con la competencia adecuada. La **integridad** también es fundamental. La información contenida en los estados contables debe ser completa y no omitir datos importantes que podrían alterar las percepciones o decisiones de los usuarios. La omisión de información relevante puede llevar a interpretaciones incorrectas o decisiones erróneas. La *blockchain* es clave para que los registros sean completos y no omitan datos importantes. Al utilizar un sistema de registro inmutable, se minimiza el riesgo de omisión o alteración de datos relevantes, lo cual es crucial para la exactitud y la integridad de los estados contables.

La información contable no debe estar sesgada **(neutralidad)** o presentada de manera que favorezca indebidamente al emisor o influencie las decisiones de los usuarios hacia ciertas

direcciones. La transparencia y la inmutabilidad de la *blockchain* garantizan que la información sea neutral y objetiva. También debe ser suficientemente precisa y estar respaldada por evidencia que permita a terceros con habilidades técnicas **verificar** su exactitud. La *blockchain* permite la verificación de cada transacción contable por múltiples partes, asegurando así la precisión de los datos registrados.

La información debe estar organizada de manera coherente y consistente de acuerdo con las normas contables profesionales, asegurando que sea fácilmente comprensible y comparable a lo largo del tiempo **(sistematicidad).** La *blockchain* proporciona una estructura estandarizada para el registro de transacciones, facilitando la coherencia y la comparabilidad de los datos a lo largo del tiempo.

Los estados contables deben permitir la **comparación** tanto dentro de una empresa a lo largo del tiempo como con otras empresas, utilizando medidas coherentes y consistentes. La *blockchain*, con sus registros estandarizados, facilita la comparación de datos financieros entre diferentes períodos y entidades.

Es necesario evaluar si los **beneficios derivados de la disponibilidad de la información superan los costos de su preparación**. Esto asegura que la información sea accesible sin imponer una carga financiera excesiva. La *blockchain*, al reducir la necesidad de intermediarios y automatizar muchos procesos contables, puede disminuir significativamente los costos asociados con la preparación de estados contables.

Además, la información debe presentarse de manera **clara** y comprensible. Esto significa utilizar un lenguaje preciso y evitar ambigüedades, de modo que incluso los usuarios con conocimientos básicos puedan entenderla correctamente. Es esencial que los estados contables no sean tan complejos que resulten inaccesibles para quienes no son especialistas en contabilidad. La *blockchain* permite la creación de registros detallados y precisos que pueden ser fácilmente interpretados por usuarios con diferentes niveles de conocimiento contable. Por último, la información debe ser presentada de manera **oportuna**. Esto implica que debe estar disponible cuando los usuarios la necesiten para tomar decisiones. Un retraso en la presentación de la información puede hacer que pierda su relevancia o utilidad para los usuarios. La

blockchain, al proporcionar acceso en tiempo real a los registros contables, asegura que la información esté disponible de manera oportuna, manteniendo su relevancia y utilidad para los usuarios.

5. Desarrollo

5.1. Desafíos y oportunidades que enfrentan los contadores y auditores con la implementación de *blockchain*

Argañaraz, Mazzuchelli, Albanese y López (2019) resaltan que la tecnología de la cadena de bloques tiene para la auditoría de estados financieros grandes desafíos. El enfoque actual de la auditoría basada en riesgos implica una comprensión más holística de los riesgos de negocios y de procesos del ente auditado, así como una mayor atención a los riesgos de fraude. La *blockchain* podría impactar en la evaluación del riesgo de fraude al facilitar la obtención de información a través de confirmaciones automatizadas sin requerir la intervención de terceros, lo que a su vez podría disminuir el riesgo de fraude.

Sin embargo, la *blockchain* está cambiando la forma en que se lleva a cabo la auditoría de estados financieros. Se requiere que los auditores comprendan cómo funciona la tecnología y cómo afecta el negocio y el riesgo de auditoría para poder evaluar adecuadamente los riesgos en los estados financieros o en la información de la administración utilizada para la toma de decisiones.

La tecnología de la cadena de bloques tiene el potencial de transformar la auditoría de estados financieros y, por lo tanto, los auditores deben estar preparados para adaptarse a estos cambios y comprender su impacto en el proceso de auditoría.

No obstante, la transformación de la auditoría derivada de la *blockchain* impone una nueva dimensión de desafíos. La comprensión profunda de cómo esta tecnología redefine los procesos empresariales y afecta el riesgo de auditoría se convierte en un imperativo para los auditores. No solo deben ser conocedores de la tecnología, sino que también necesitan evaluar

cómo influye en la integridad de los estados financieros y la información de la administración utilizada en la toma de decisiones.

En este sentido, es crucial que los auditores se preparen para una adaptación proactiva a estos cambios, reconociendo el potencial transformador de la tecnología *blockchain* en la auditoría de estados financieros. La anticipación y comprensión de estos cambios tecnológicos les permitirá no solo cumplir con las exigencias actuales, sino también liderar la innovación en la práctica de la auditoría, garantizando su relevancia y eficacia en un entorno empresarial en constante evolución.

5.2. Beneficios y limitaciones que la tecnología *blockchain* aporta a la fiabilidad de la información, considerando la transparencia, seguridad y confidencialidad de los datos

Considerando lo expuesto por Bashir, I. (2023), que enumera una serie de **beneficios** que tiene la tecnología *blockchain*:

- **Simplificación de paradigmas actuales**: El modelo actual de cadena de bloques en muchas industrias, como finanzas o salud, es algo desorganizado. En este modelo, varias entidades mantienen sus propias bases de datos y compartir datos puede volverse muy difícil debido a la naturaleza dispar de los sistemas. Sin embargo, como una cadena de bloques puede servir como un libro de contabilidad único compartido entre muchas partes interesadas, esto puede simplificar el modelo al reducir la complejidad de gestionar los sistemas separados mantenidos por cada entidad.
- **Operaciones más rápidas**: En la industria financiera, especialmente en funciones de liquidación posterior a la negociación, la cadena de bloques puede desempeñar un papel vital al permitir la liquidación rápida de operaciones. La cadena de bloques no requiere un proceso prolongado de verificación, conciliación y compensación porque una única versión de datos acordados ya está disponible en un libro de contabilidad compartido entre organizaciones financieras.
- **Ahorro de costos**: Dado que no se necesita un tercero de confianza o una cámara de compensación en el modelo de cadena de bloques, esto puede reducir masivamente los costos generales en forma de tarifas que se pagan a tales partes.

- **Propiedad inteligente**: Es posible vincular un activo digital o físico a la cadena de bloques de manera segura y precisa de modo que no pueda ser reclamado por nadie más. Tienes control total sobre tu activo y no puede ser gastado o poseído doblemente. Compara esto con un archivo de música digital, por ejemplo, que se puede copiar muchas veces sin ningún control.[4]
- **Descentralización**: Este es un concepto y beneficio clave de la cadena de bloques. No se necesita un tercero o intermediario de confianza para validar transacciones; en cambio, se utiliza un mecanismo de consenso para acordar la validez de las transacciones.
- **Transparencia y confianza**: Como las cadenas de bloques son compartidas y todos pueden ver lo que está en la cadena de bloques, esto permite que el sistema sea transparente. Como resultado, se establece la confianza. Esto es más relevante en escenarios como la distribución de fondos o beneficios donde se necesita restringir la discreción personal en la selección de beneficiarios.
- **Inmutabilidad**: Una vez que los datos se han escrito en la cadena de bloques, es extremadamente difícil cambiarlos. No es genuinamente inmutable, pero porque cambiar datos es tan desafiante y casi imposible, se considera un beneficio para mantener un libro de contabilidad inmutable de transacciones y es especialmente útil en escenarios de auditoría y cumplimiento.
- **Alta disponibilidad**: Como el sistema se basa en miles de nodos en una red *peer-to-peer* y los datos se replican y actualizan en cada nodo, el sistema se vuelve altamente disponible. Incluso si algunos nodos abandonan la red o se vuelven inaccesibles, la red sigue funcionando, lo que la hace altamente disponible. Esta redundancia resulta en una alta disponibilidad.
- **Seguridad**: Todas las transacciones en una cadena de bloques están aseguradas criptográficamente y, por lo tanto, proporcionan integridad de red. Cualquier transacción publicada desde los nodos en la cadena de bloques se verifica según un conjunto predeterminado de reglas. Solo se seleccionan transacciones válidas para su

[4] Si bien es cierto que muchos esquemas de Gestión de Derechos Digitales (DRM) se utilizan actualmente junto con leyes de derechos de autor, ninguno de ellos es ejecutable de la manera en que puede serlo un DRM basado en *blockchain*. La cadena de bloques puede proporcionar funcionalidades de gestión de derechos digitales de una manera que puede aplicarse completamente: si posees un activo, nadie más puede reclamarlo a menos que decidas transferirlo. Esta característica tiene implicaciones de gran alcance, especialmente en los sistemas DRM y de dinero electrónico donde la detección de gasto doble es un requisito crucial.

inclusión en un bloque. La cadena de bloques se basa en tecnología criptográfica probada que garantiza la integridad y disponibilidad de datos. Generalmente, la confidencialidad no se proporciona debido a los requisitos de transparencia. Esta limitación es la principal barrera para su adopción por parte de instituciones financieras y otras industrias que requieren la privacidad y confidencialidad de las transacciones. Como tal, la privacidad y confidencialidad de las transacciones en la cadena de bloques se están investigando de manera muy activa, y ya se están haciendo avances. Se podría argumentar que, en muchas situaciones, no se necesita confidencialidad y se prefiere la transparencia. Por ejemplo, con Bitcoin, la confidencialidad no es un requisito absoluto; sin embargo, es deseable en algunos escenarios. Un ejemplo más reciente es Zcash, que utiliza pruebas de conocimiento cero para proporcionar una plataforma para realizar transacciones anónimas. Otros servicios de seguridad, como la no repudiación y la autenticación, también son proporcionados por la cadena de bloques, ya que todas las acciones están aseguradas mediante claves privadas y firmas digitales.

- **Plataforma para contratos inteligentes**: Los contratos inteligentes son programas automatizados y autónomos que residen en la red de la cadena de bloques y encapsulan la lógica empresarial y el código necesario para ejecutar una función requerida cuando se cumplen ciertas condiciones. Esta es, de hecho, una característica revolucionaria de la cadena de bloques, ya que proporciona flexibilidad, velocidad, seguridad y automatización para escenarios del mundo real que pueden conducir a un sistema completamente confiable con reducciones significativas de costos. Los contratos inteligentes pueden programarse para realizar cualquier acción a nivel de aplicación que los usuarios de la cadena de bloques necesiten y de acuerdo con los requisitos comerciales específicos.[5]

El mismo autor enlista las **limitaciones** que presenta la tecnología:

- **Escalabilidad**: Actualmente, las redes de cadena de bloques no son tan escalables como, por ejemplo, las redes financieras actuales. Esta es un área conocida de preocupación y un área muy fértil para la investigación.

[5] No todas las cadenas de bloques tienen un mecanismo para ejecutar contratos inteligentes; sin embargo, esta es una característica muy deseable. Sin embargo, ten en cuenta que algunas cadenas de bloques pueden optar por no incorporar funcionalidad de contratos inteligentes a propósito, citando la razón de que las ejecuciones codificadas son más rápidas sin las complejidades de los contratos inteligentes de propósito general.

- **Regulación**[6]: Debido a su naturaleza descentralizada, la regulación es casi imposible en la cadena de bloques. Esto a veces se ve como una barrera para la adopción porque, tradicionalmente, debido a la existencia de autoridades reguladoras, los consumidores tienen un cierto nivel de confianza de que, si algo sale mal, pueden responsabilizar a alguien. Sin embargo, en las redes de cadena de bloques, no existe tal autoridad regulatoria y control, lo que es un factor inhibidor para muchos consumidores.
- **Privacidad**: La privacidad es una preocupación en cadenas de bloques públicas como Bitcoin, donde todos pueden ver cada transacción. Esta transparencia no es deseable en muchas industrias, como los sectores financiero, legal o médico. Esto también es una preocupación conocida, y se ha desarrollado mucha investigación valiosa con soluciones muy impresionantes. Una tecnología prometedora llamada pruebas de conocimiento cero se está utilizando en cadenas de bloques para proporcionar privacidad. Se continúa investigando para mejorar estas tecnologías y hacerlas más prácticas y convencionales.
- **Tecnología relativamente inmadura**: En comparación con los sistemas de IT tradicionales que han sido beneficiados por décadas de investigación y evolución, la cadena de bloques es una tecnología relativamente nueva y requiere investigación para alcanzar la madurez. Aunque los aspectos fundamentales de las cadenas de bloques con las cadenas más recientes y novedosas, como Solana, Polkadot y Avalanche, son muy maduros, algunos aspectos necesitan mejorarse aún más, como la experiencia del usuario, la experiencia del desarrollador, la seguridad y la interoperabilidad. Desde otro punto de vista, aplicaciones como DeFi y Metaversos también necesitan madurez adicional en términos de regulación, gobernanza y seguridad.
- **Interoperabilidad**: Este problema es doble. Primero, está la interoperabilidad de las cadenas de bloques con sistemas empresariales y heredados, y segundo, está la interoperabilidad entre diferentes cadenas de bloques (interoperabilidad entre cadenas). Ambos aspectos son importantes de considerar porque las cadenas de bloques no pueden existir en silos; deben poder comunicarse entre sí, así como con redes empresariales y

[6] Tener en cuenta que hay intentos de regular estas redes, incluida la legalización de los intercambios de criptomonedas en los EE. UU. bajo la Ley de Secreto Bancario, de modo que estos intercambios cumplan con requisitos como la prevención del lavado de dinero (AML), la lucha contra el financiamiento del terrorismo (CFT) y el cumplimiento estricto del mantenimiento y la presentación de informes a las autoridades. Además, un caso de uso prometedor habilitado por la cadena de bloques es la moneda digital del banco central (CBDC), que es una forma centralizada y regulada de moneda digital emitida por un banco central de un país.

sistemas heredados, para permitir que las empresas se beneficien completamente de la tecnología. Esta es un área activa de investigación, con muchos tipos de soluciones disponibles en los últimos años, como puentes, cadenas de concentradores y cadenas heterogéneas multicanal.

- **Adopción**: A menudo, la cadena de bloques se percibe como una tecnología incipiente. Aunque esta perspectiva ha cambiado rápidamente en los últimos años, aún queda un largo camino antes de la adopción masiva de esta tecnología. Algunos aspectos, como la escalabilidad, la seguridad, la regulación y la confianza del cliente deben abordarse antes de una mayor adopción. La confianza del cliente puede disminuir debido a problemas de seguridad que llevan a la pérdida de fondos. Estos problemas pueden inhibir que algunos usuarios se unan a la red, quienes de otra manera estarían felices de unirse si este problema de seguridad no existiera. Sin embargo, ten en cuenta que, a pesar de estos problemas, DeFi se está volviendo cada vez más popular, pero puede desalentar a los clientes cautelosos.

La tecnología *blockchain* ofrece beneficios particularmente en términos de descentralización, transparencia y desburocratización. Al eliminar intermediarios y permitir transacciones directas, la descentralización puede combatir la corrupción y aumentar la eficiencia en diversos sectores, desde el sector privado hasta el gubernamental. La transparencia inherente a la *blockchain* proporciona una capa adicional de seguridad y confianza, ya que todas las transacciones son registradas y accesibles públicamente, lo que puede fomentar la integridad y la rendición de cuentas en instituciones públicas y privadas. Además, la desburocratización que facilita la *blockchain* puede simplificar procesos administrativos, reducir costos y agilizar trámites, mejorando así la competitividad y la inclusión económica. Sin embargo, estas ventajas vienen acompañadas de desafíos significativos que pueden resultar como obstáculos para su implementación en Argentina. La barrera de aprendizaje de la tecnología es considerable, lo que puede limitar su adopción generalizada, especialmente entre aquellas personas con menor acceso a la educación y recursos tecnológicos. Asimismo, las preocupaciones sobre la privacidad, dado que las transacciones son transparentes pero puede que ciertos datos personales pueden estar expuestos, requieren una atención cuidadosa para proteger la información sensible. En conclusión, aunque la implementación de *blockchain* en Argentina

tiene el potencial de generar transformaciones profundas y positivas, es crucial abordar estas limitaciones para asegurar una adopción masiva y segura.

5.3. Tareas de auditoría derivadas de la implementación de la tecnología de *blockchain*

La implementación de la tecnología *blockchain* en auditorías conlleva diversas tareas operativas que difieren de los enfoques tradicionales. Por dar algunos ejemplos:

1. En referencia a los *Smart Contracts:*

   - Revisión de la lógica del *Smart Contract*: Examinar y comprender la lógica detrás de cada *Smart Contract*. Es crucial que el auditor tenga un conocimiento profundo de la programación y el diseño de los *Smart Contracts* para identificar posibles errores o inconsistencias. Esto implica revisar que los procesos automatizados por el mismo estén diseñados para cumplir con las metas establecidas por las partes involucradas.
   - Alineación con objetivos: Verificar que la lógica del contrato esté alineada con los objetivos financieros y empresariales de los contratantes.
   - Validación de términos y condiciones: Revisar minuciosamente los términos y condiciones establecidos en el contrato inteligente para asegurar que reflejen con precisión los acuerdos comerciales. Para asegurar que reflejen con precisión los acuerdos comerciales. Cualquier ambigüedad o error en estos términos puede tener implicaciones significativas.
   - Seguridad y cumplimiento de las cláusulas: Evaluar la seguridad del *Smart Contract* identificando posibles vulnerabilidades o riesgos de explotación (tarea interdisciplinaria con profesionales de IT). Es fundamental que el contador se inmerse en este mundo para poder ser cada vez más competente. Identificando posibles vulnerabilidades o riesgos de explotación. Esta tarea interdisciplinaria debe involucrar a profesionales de IT y requiere que los auditores estén familiarizados con las mejores prácticas de seguridad informática. La colaboración con expertos en ciberseguridad es esencial para asegurar la robustez del contrato
   - Cumplimiento normativo: Verificar que el *Smart Contract* cumpla con las normativas y regulaciones relevantes (tarea interdisciplinaria con profesionales del

derecho). Esta tarea interdisciplinaria con profesionales del derecho es fundamental para asegurar que los contratos sean legalmente vinculantes y cumplan con todas las leyes aplicables.

- Pruebas y simulaciones: Realizar pruebas y simulaciones de diferentes escenarios para evaluar cómo se comporta el *Smart Contract* en diversas condiciones. Estas pruebas pueden incluir condiciones normales, así como situaciones extremas para evaluar la resiliencia del contrato.
- Auditoría de datos: Auditar la integridad y precisión de los datos utilizados por el *Smart Contract*, asegurándose de que la entrada y salida sean coherentes. La precisión de los datos es crucial para el correcto funcionamiento del contrato
- Registro de eventos y transacciones: Revisar y auditar el registro de eventos y transacciones del contrato para garantizar un seguimiento preciso de las actividades. Esto incluye la verificación de que todas las transacciones están correctamente registradas y son auditables.
- Gestión de riesgos: Evaluar los riesgos asociados con la implementación y ejecución del contrato, proponiendo estrategias de mitigación si es necesario. Los riesgos pueden incluir fallos en la lógica del contrato, problemas de seguridad, y el incumplimiento normativo.
- Documentación y comunicación: Transcribir los hallazgos, recomendaciones y cualquier área de observaciones relacionada con los *Smart Contracts*. Esta documentación debe ser clara y detallada para facilitar la comprensión y la implementación de mejoras.
- Comunicación con *stakeholders*: Comunicar de manera efectiva los resultados de la revisión a los interesados relevantes, incluidos los responsables de la toma de decisiones. La comunicación debe ser precisa y comprensible para asegurar que las recomendaciones sean implementadas adecuadamente.

2. <u>En referencia a la *blockchain:*</u>

- Verificar la precisión y autenticidad de las transacciones registradas en la cadena de bloques mediante la revisión de la información contenida en cada bloque. Esto incluye la confirmación de que las transacciones son válidas y no han sido alteradas.

- Rastrear y verificar la existencia y propiedad de los activos a los que refieren las transacciones de la cadena. Esta tarea es crucial para asegurar que los registros de propiedad sean precisos y estén actualizados.
- "Auditoría Continua" en tiempo real: Realizar auditorías continuas y en tiempo real aprovechando la visibilidad constante de las transacciones, en lugar de depender de auditorías esporádicas. La tecnología *blockchain* permite una auditoría en tiempo real, mejorando significativamente la eficiencia y la capacidad de respuesta.
- Análisis de patrones y tendencias**:** Utilizar herramientas analíticas para identificar patrones y tendencias en los datos de la cadena de bloques, lo que puede llevar a descubrimientos significativos. El análisis de datos avanzado puede ayudar a identificar anomalías y posibles fraudes.
- Garantía de la integridad de los datos: Verificar la integridad de los datos almacenados en la cadena de bloques, asegurándose de que no haya manipulaciones o alteraciones no autorizadas. La inmutabilidad de la *blockchain* es una ventaja clave para asegurar la integridad de los registros.
- Documentación de procesos *blockchain*: Documentar los procesos específicos relacionados con la tecnología *blockchain* para facilitar la revisión y comprensión por parte de auditores internos y externos. La documentación detallada es crucial para la transparencia y la eficacia de la auditoría.
- Auditoría de consenso: Evaluar y comprender los algoritmos de consenso utilizados en la red *blockchain* para asegurar la confiabilidad y seguridad de la información. La auditoría de los mecanismos de consenso es esencial para garantizar que la red *blockchain* funcione de manera segura y eficiente.

Para poder llevar a cabo estas tareas es fundamental comprender la lógica y el diseño de los *Smart Contracts*, ya que esto permite identificar posibles errores y asegurar que los procesos automatizados cumplan con los objetivos establecidos por las partes involucradas. Además, verificar los términos y condiciones del *Smart Contract* es esencial para garantizar que reflejen con precisión los acuerdos comerciales, evitando ambigüedades que podrían tener implicaciones significativas. La evaluación de la seguridad del *Smart Contract* y el cumplimiento normativo son tareas interdisciplinarias que requieren colaboración con expertos en ciberseguridad y derecho para asegurar que los contratos sean robustos y legalmente

vinculantes. La auditoría de datos también desempeña un papel crucial, donde se verifica la integridad y precisión de los datos utilizados por los *Smart Contracts*, asegurando que todas las transacciones estén correctamente registradas y sean auditables. En conjunto, estas competencias permiten a los auditores realizar auditorías efectivas y seguras en entornos *blockchain*, mejorando la confianza en la precisión de los registros financieros y la transparencia de las operaciones empresariales.

5.4. Análisis comparativo del control interno en situaciones previas y posteriores a la aplicación de *blockchain* asociado al sistema de información de la organización

La incorporación de la tecnología *blockchain* en el sistema de información de una organización genera cambios sustanciales en el control interno. Antes de esta implementación, los datos se centralizaban en bases de datos tradicionales, exponiendo la información a riesgos de manipulación por parte de usuarios autorizados o intrusos. Para mitigar estos riesgos, se requerían auditorías periódicas y controles de acceso, mientras que los procesos contables y financieros dependían en gran medida de la intervención humana, con la necesidad de revisiones constantes para garantizar la precisión. Además, las auditorías eran complejas y exigían recursos significativos debido a la validación de múltiples fuentes de datos y la reconciliación.

Después de la aplicación de la tecnología *blockchain*, se observa una descentralización de datos, eliminando la necesidad de un administrador centralizado. Los registros en la cadena de bloques se vuelven inmutables, reduciendo significativamente el riesgo de manipulación. La automatización mediante contratos inteligentes elimina la dependencia de la intervención humana en numerosas transacciones. La información almacenada en la cadena de bloques está disponible en tiempo real para todos los participantes autorizados, facilitando auditorías continuas y permitiendo una supervisión constante de las transacciones. La combinación de automatización e inmutabilidad reduce la probabilidad de errores manuales en los registros contables, mejorando la precisión. Además, la visibilidad en tiempo real y la inmutabilidad simplifican las auditorías, reduciendo la necesidad de revisión manual intensiva y proporcionando una fuente única y confiable de verdad, reforzando la confianza en los datos y procesos organizacionales.

La integración de la tecnología *blockchain* en el sistema de información de una organización no solo impacta en el control interno, sino que también redefine fundamentalmente la naturaleza de la seguridad y eficiencia en los procesos empresariales. La descentralización de datos y la eliminación de un administrador centralizado representan una transformación estructural en la forma en que se gestionan y protegen los activos digitales. La inmutabilidad de los registros en la cadena de bloques no solo reduce el riesgo de manipulación, sino que también establece un estándar de confiabilidad sin precedentes en la integridad de la información financiera. La automatización impulsada por contratos inteligentes no solo elimina la intervención humana, sino que también abre la puerta a una nueva era de eficiencia operativa y transparencia en tiempo real. Esta revolución en la gestión de datos no solo aborda las deficiencias previas en el control interno, sino que también establece las bases para una era de confiabilidad, agilidad y seguridad en la información financiera de las organizaciones. En este contexto, la adaptabilidad de los profesionales de auditoría se vuelve esencial para aprovechar plenamente el potencial de la tecnología *blockchain* y garantizar la conformidad con los estándares emergentes en esta nueva era digital.

5.5. Impacto de la tecnología *blockchain* en el rol del auditor y el contador como asegurador de fiabilidad de la información contable

La incursión de la tecnología *blockchain* en la auditoría y contabilidad marca una transición significativa en las prácticas tradicionales. La capacidad de realizar auditorías en tiempo real, respaldada por un registro transparente e inmutable, impulsa una transformación radical en la forma en que se verifica y valida la información financiera. Este enfoque proporciona a los auditores acceso inmediato a datos precisos, permitiendo una identificación temprana y eficiente de posibles irregularidades.

La descentralización y la inmutabilidad inherentes a la cadena de bloques han generado una reducción notable de errores y fraudes. La confiabilidad de los registros en la cadena de bloques, al ser prácticamente incorruptibles, fortalece la integridad de la información contable, mitigando riesgos asociados con la manipulación de datos.

La eficiencia mejorada, respaldada por la automatización de procesos mediante contratos inteligentes, redefine la dinámica de las auditorías. Esta automatización no solo

simplifica tareas repetitivas y procesos manuales, sino que también libera tiempo para que los profesionales de la auditoría se concentren en análisis más complejos y estratégicos.

La eliminación de intermediarios en las transacciones, unida a la seguridad reforzada por criptografía robusta, ha propiciado una transformación integral en la gestión de activos financieros. Este cambio hacia modelos más directos y seguros no solo reduce costos asociados con intermediarios financieros, sino que también plantea nuevos desafíos.

Aunque estos avances ofrecen beneficios sustanciales, como mayor transparencia y eficiencia, presentan desafíos significativos. La adaptación constante a nuevas tecnologías y la comprensión profunda de la dinámica regulatoria emergente son esenciales para los profesionales de la contabilidad y auditoría en este nuevo paradigma. La habilidad para navegar este terreno en evolución determinará la efectividad de los profesionales en garantizar la integridad y confiabilidad de la información financiera en un entorno digital en constante cambio.

Se podrían señalar puntualmente algunos impactos en el rol del auditor y contador:

1) Impacto en la detección de fraudes y errores:

La inmutabilidad y transparencia de *blockchain* también tienen implicaciones significativas para la detección de fraudes y errores. La tecnología puede facilitar la identificación temprana de discrepancias y operaciones fraudulentas, permitiendo a los auditores y contadores tomar medidas preventivas más efectivas.

2) Impacto en la eficiencia operativa y reducción de costos:

Otro aspecto importante para considerar es cómo la *blockchain* puede mejorar la eficiencia operativa de los procesos contables y de auditoría. La automatización de ciertas tareas y la eliminación de la necesidad de reconciliaciones manuales pueden reducir significativamente los costos y el tiempo dedicado a estas actividades. Esta

tecnología puede afectar favorablemente la carga de trabajo y la estructura de costos en los departamentos de contabilidad y auditoría.

3) Desafíos y barreras en la implementación:

Además de los beneficios potenciales, es crucial reconocer y analizar los desafíos asociados con la implementación de la *blockchain*. Esto incluye aspectos técnicos, como la integración con sistemas contables existentes, y aspectos organizativos, como la necesidad de formación y adaptación de los profesionales a nuevas tecnologías y procesos. También se considerarán las implicaciones regulatorias y legales que puedan surgir.

4) Recomendaciones para la adopción de *Blockchain* en Auditoría y Contabilidad:

Finalmente, el trabajo proporcionará recomendaciones prácticas para la adopción de *blockchain* en auditoría y contabilidad. Esto incluirá estrategias para la implementación gradual, mejores prácticas para maximizar los beneficios de la tecnología, y sugerencias para abordar los desafíos identificados. Las recomendaciones estarán orientadas a ayudar a las organizaciones a mejorar la fiabilidad de su información contable y a fortalecer el rol de los auditores y contadores como garantes de esta fiabilidad.

En el siguiente cuadro se detallan aspectos mencionados previamente:

Aspecto	**Detalle**
Transparencia y trazabilidad	- Evaluar el acceso a registros inmutables. - Analizar la reducción de fraudes y el impacto en la verificación de transacciones.
Eficiencia y automatización	- Investigar la automatización de procesos contables. - Examinar el uso de *Smart* Contract y su impacto en la precisión y carga de trabajo.
Seguridad y cumplimiento	- Evaluar la seguridad de los datos.

Aspecto	Detalle
	- Analizar el cumplimiento normativo y el nuevo rol del auditor.
Costos y beneficios	- Comparar los costos de implementación y mantenimiento de *blockchain*. - Identificar los beneficios a largo plazo.

5.6. El rol estratégico que debería cumplir el contador y auditor frente a la nueva tecnología *blockchain*

Rodríguez, I. (2023) señala que la tecnología *blockchain* ofrece registros digitales inmutables y transparentes, lo que la hace útil para la auditoría al proporcionar confianza entre las partes y eficiencia en la revisión. Aunque aún en desarrollo, su adopción creciente marca una revolución informática. La estandarización y las auditorías desempeñarán un papel crucial en mitigar riesgos asociados con estas tecnologías emergentes.

En auditoría, *blockchain* reemplaza registros en papel o sistemas centralizados con una cadena de bloques inmutable. Los auditores pueden revisar transacciones utilizando herramientas especializadas, confiando en la precisión y transparencia de los registros. Ejemplos de aplicaciones incluyen auditoría de transacciones, cumplimiento, activos, seguridad, transparencia, identidad, contratos inteligentes, propiedad de activos digitales y seguimiento de la cadena de suministro.

La estandarización es esencial para garantizar la interoperabilidad y cumplir con regulaciones. La confiabilidad se ve afectada por problemas de seguridad, y la auditoría desempeña un papel clave en aumentar la confianza en las plataformas *blockchain*. Sin embargo, auditar sistemas *blockchain* puede ser un desafío debido a la falta de comprensión de la tecnología.

Se espera que la tecnología *blockchain* sea cada vez más adoptada en diversas industrias en los próximos años. La estandarización y la auditoría se vuelven esenciales para desarrollar y desplegar esta tecnología de manera segura y cumplir con regulaciones. Los auditores deben fortalecer sus conocimientos y habilidades para abordar con éxito esta tecnología emergente y expandir sus horizontes profesionales.

La proyección de un aumento continuo en la adopción de la tecnología *blockchain* en diversas industrias enfatiza la urgencia de abordar estos desafíos. La estandarización y la auditoría se vuelven elementos esenciales para el desarrollo y la implementación segura de la *blockchain*, así como para asegurar el cumplimiento con regulaciones en constante evolución. En este panorama, la preparación y actualización constante de los auditores se perfilan como requisitos indispensables para liderar y adaptarse a esta transformación tecnológica emergente y, por ende, para ampliar sus horizontes profesionales.

5.7. Estrategias para la formación y actualización de habilidades y competencias de los contadores y auditores en relación con el uso de la tecnología *blockchain*

Como se destaca en el desarrollo del presente trabajo, el considerable avance de la tecnología *blockchain* ha desencadenado una transformación significativa en el ámbito contable y de auditoría. Ante este panorama dinámico, la formación y actualización de habilidades y competencias de los contadores y auditores se erige como un aspecto crítico. A medida que esta innovación redefine los paradigmas tradicionales en la tarea de los contadores y auditores, la preparación adecuada de los profesionales se convierte en un elemento distintivo para garantizar la eficacia, integridad y relevancia de sus funciones en un entorno empresarial cada vez más digital y globalizado. Se puede enlistar algunos puntos a tener en cuenta para embarcarse y promover la adquisición de habilidades y competencias sobre la tecnología:

1. **Programas de formación específica sobre *blockchain*:**
    - Unirse a programas o cursos de formación específicos sobre tecnología *blockchain* es esencial. Estos programas pueden ofrecerse en colaboración con instituciones educativas, empresas especializadas o Consejos Profesionales. La colaboración con estas entidades garantiza una formación actualizada y relevante, adaptada a las necesidades del mercado.
    - Participar en talleres dedicados al desarrollo de aspectos fundamentales de *blockchain*, su aplicación en contabilidad y auditoría, y casos de estudio relevantes. Estos talleres permiten una comprensión práctica y teórica de la tecnología, facilitando su aplicación efectiva en el ámbito profesional.

2. **Certificaciones específicas:**

- Introducir certificaciones específicas para contadores y auditores en el campo de *blockchain*. Estas certificaciones no deben ser de carácter obligatorio, como sucede con las certificaciones de Estados Contables, sino voluntarias. Esto permitirá a los profesionales demostrar su competencia y especialización en el área sin imponer una carga regulatoria adicional.

3. **Conferencias:**
   - Asistir a eventos y conferencias especializadas en tecnología *blockchain*, con enfoque en su aplicación práctica en contabilidad y auditoría. Estas conferencias suelen reunir a expertos de la industria que comparten conocimientos y experiencias, proporcionando una valiosa perspectiva práctica.
   - Prestar atención a ponencias y talleres durante estos eventos, ya que ofrecen una oportunidad para aprender de líderes de pensamiento y pioneros en la adopción de *blockchain*.

4. **Prácticas profesionales:**
   - Buscar oportunidades para la aplicación práctica de habilidades a través de simulaciones y proyectos prácticos. Esto permitirá a los contadores y auditores familiarizarse con la tecnología en un entorno controlado, desarrollando competencias que son directamente aplicables en el trabajo diario.
   - Implementar programas de prácticas en entornos controlados donde los profesionales puedan experimentar con la tecnología sin riesgos significativos, preparando así a los contadores y auditores para su uso en situaciones reales.

5. **Colaboración con la industria:**
   - Investigar sobre asociaciones con empresas que utilizan activamente la tecnología *blockchain*. Estas alianzas pueden incluir pasantías, programas de mentoría y oportunidades de aprendizaje en el lugar de trabajo.
   - Fomentar la colaboración con empresas innovadoras para que los profesionales puedan aprender directamente de aquellos que están implementando *blockchain* en sus operaciones diarias.

6. **Redes profesionales:**

- Unirse a redes profesionales específicas para contadores y auditores interesados en *blockchain*. Estas redes pueden facilitar el intercambio de conocimientos y experiencias entre profesionales del campo, creando una comunidad de práctica sólida.
- Participar activamente en grupos de discusión y foros dentro de estas redes para mantenerse al tanto de las últimas tendencias y desafíos en la implementación de *blockchain* en contabilidad y auditoría.

7. **La filosofía: "Aprendizaje continuo":**
   - Fomentar una cultura de aprendizaje continuo donde los profesionales estén motivados a mantenerse actualizados y buscar oportunidades de formación a lo largo de sus carreras.
   - Incorporar el aprendizaje continuo en los planes de desarrollo profesional, asegurando que los contadores y auditores se adapten constantemente a las nuevas tecnologías y metodologías emergentes.

   En el siguiente cuadro se resumen una serie de estrategias sugeridas a adoptar:

Estrategia	Resumen
Programas de formación específica	- Unirse a programas o cursos de formación específicos sobre tecnología *blockchain* ofrecidos por instituciones educativas, empresas especializadas o Consejos Profesionales. - Participar en talleres sobre los principios fundamentales de *blockchain*, su aplicación en contabilidad y auditoría, y casos de estudio relevantes.
Certificaciones específicas	- Introducir certificaciones específicas para contadores y auditores en el campo de *blockchain*, recomendadas de manera voluntaria.
Conferencias	- Asistir a eventos y conferencias especializadas en tecnología *blockchain*, enfocándose en su aplicación práctica en contabilidad y auditoría. - Escuchar a expertos que compartan conocimientos y experiencias.
Prácticas profesionales	- Aprovechar oportunidades para la aplicación práctica de habilidades a través de simulaciones y proyectos prácticos, familiarizándose con la tecnología en un entorno controlado.
Colaboración con la industria	- Investigar sobre asociaciones con empresas que utilizan activamente la tecnología *blockchain*.

Estrategia	Resumen
	- Incluir pasantías, programas de mentoría y oportunidades de aprendizaje en el lugar de trabajo.
Redes profesionales	- Unirse a redes profesionales específicas para contadores y auditores interesados en *blockchain*. - Facilitar el intercambio de conocimientos y experiencias entre profesionales del campo.
Filosofía de "Aprendizaje continuo"	- Promover una cultura de aprendizaje continuo donde los profesionales se mantengan actualizados y busquen oportunidades de formación a lo largo de sus carreras.

6. Conclusión

El cumplimiento de los objetivos planteados fue organizado a través de la contrastación de las siguientes dos hipótesis enunciadas precedentemente:

"El uso de la tecnología *blockchain* en la verificación de la información contable garantiza la integridad de los datos en auditoría."

"El uso y aplicación de conceptos de Teoría Contable son necesarios para garantizar fiabilidad y precisión de la información contable registrada en la *blockchain*".

La adopción de la tecnología *blockchain* en la contabilidad y auditoría en Argentina representa una oportunidad invaluable para modernizar y fortalecer estas profesiones. Al aprovechar los beneficios de *blockchain*, los contadores y auditores pueden desempeñar un papel crucial, siendo un **participante clave**, no solo en la promoción de la transparencia, la eficiencia y la confianza en los mercados financieros, sino también contribuyendo al desarrollo sostenible y ético del sector empresarial argentino. Esta transformación no solo eleva los estándares de la profesión contable, sino que también genera un impacto positivo en la economía y la sociedad en su conjunto.

- **Contrastación de la Hipótesis N°1: "El uso de la tecnología *blockchain* en la verificación de la información contable garantiza la integridad de los datos en auditoría"**

Para la contrastación de esta hipótesis se procedió a la lectura y análisis de artículos académicos, estudios de caso y publicaciones profesionales que exploran el uso de *blockchain* en la contabilidad. Estudios como por ejemplo el de Nakamoto en 2008 han demostrado que una vez que los datos son registrados, no pueden ser alterados sin la intervención de la mayoría de la red. Esto proporciona una garantía de que los registros contables no pueden ser manipulados después de su creación.

En lo atinente a la integridad de los datos contables, se lo define en términos de que la información contenida en la contabilidad debe ser completa y no omitir datos importantes que podrían alterar las percepciones o decisiones de los usuarios. La omisión de información relevante puede llevar a interpretaciones incorrectas o decisiones erróneas. La *blockchain* es clave para que los registros sean completos y no omitan datos importantes. Al utilizar un sistema de registro inmutable, se minimiza el riesgo de omisión o alteración de datos relevantes, lo cual es crucial para la exactitud y la integridad de la contabilidad.

Los argumentos teóricos se pueden resumir de la siguiente forma:

Exactitud de los datos: En *blockchain*, los nodos verifican y validan cada transacción antes de que sea registrada. Este proceso de consenso reduce errores humanos y asegura que solo las transacciones válidas se registren, mejorando así la exactitud de los datos contables.

Datos completos: Cada bloque en una cadena de bloques contiene una lista completa de transacciones. La estructura secuencial y encadenada de la *blockchain* asegura que todas las transacciones se registren sin omisiones, cumpliendo con el criterio de que no faltan datos.

Consistencia: La naturaleza distribuida de *blockchain* asegura que cada copia del libro mayor sea idéntica en todos los nodos de la red. Esto mantiene la consistencia de los datos, ya que cualquier discrepancia se resolvería a través del consenso de la red.

Inmutabilidad: Una vez que una transacción es registrada en un bloque y añadida a la cadena, es extremadamente difícil modificarla debido a la necesidad de alterar todos los bloques subsiguientes. Esta característica garantiza la inmutabilidad de los datos.

Basándonos en la revisión de la literatura y el análisis de los argumentos, podemos aceptar la hipótesis de que el uso de la tecnología *blockchain* en la verificación de la información contable garantiza la integridad de los datos en auditoría. La inmutabilidad, transparencia, descentralización y consenso de la *blockchain* proporcionan mejoras significativas en comparación con los métodos tradicionales, cumpliendo con los criterios de integridad definidos. Los métodos tradicionales son aquellos en los que existen intermediarios, con errores o manipulación humana, y con procesos menos transparentes.

- **Contrastación de la Hipótesis N°2: "El uso y aplicación de conceptos de Teoría Contable son necesarios para garantizar fiabilidad y precisión de la información contable registrada en la *blockchain*".**

Para aceptar la presente hipótesis se analizó el vínculo que existe entre la Teoría Contable y la *blockchain*. En primera instancia, autores como García Casella (1999) consideran que "los sistemas contables son creaciones humanas reales para responder a demandas circunstanciales con base en la teoría general contable". La teoría general contable constituye el conjunto de criterios universalmente predicables para todos los sistemas y modelos contables existentes y, confirma que "no se puede tratar a los estados contables en forma rutinaria, repitiendo los que ya existen en otros entes o en el mismo ente en períodos anteriores de su vida. Deben responder a las necesidades decisorias que son múltiples en la vida de las personas y de las organizaciones."

La implementación de la tecnología *blockchain* en la contabilidad asegura que la información presentada en los estados contables cumpla con requisitos esenciales para ser efectiva y útil para los usuarios. Esta tecnología permite una gestión más eficiente y transparente de los registros financieros al ofrecer datos en tiempo real y actualizaciones continuas. Esto no solo mejora la precisión de la información, sino que también garantiza su

integridad al evitar la omisión de datos cruciales que podrían distorsionar percepciones o decisiones estratégicas.

La *blockchain*, al ser un registro distribuido e inmutable, asegura que la información contable sea presentada de manera neutral y objetiva, eliminando sesgos potenciales que podrían influir en las decisiones de los usuarios. Además, proporciona una estructura estandarizada para el registro de transacciones, facilitando la comparabilidad de datos financieros dentro de una empresa a lo largo del tiempo y entre diferentes entidades.

En términos de costos, la implementación de *blockchain* puede reducir significativamente los gastos asociados con la preparación de estados contables al eliminar la necesidad de intermediarios y al automatizar procesos contables complejos. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también asegura que la información sea clara y comprensible para usuarios con diferentes niveles de conocimiento contable, promoviendo así una mayor transparencia y accesibilidad en la gestión financiera.

Además, la capacidad de la *blockchain* para proporcionar acceso en tiempo real a los registros contables asegura que la información esté disponible cuando los usuarios la necesiten para tomar decisiones informadas y oportunas. Esto mantiene la relevancia de la información contable en un entorno empresarial dinámico y competitivo, donde la rapidez y la precisión son cruciales para la toma de decisiones estratégicas.

Los argumentos teóricos se pueden resumir de la siguiente forma:

Fiabilidad: La teoría contable establece principios como la verificabilidad y la realidad económica, que son esenciales para garantizar que la información contable registrada en la *blockchain* sea creíble y confiable para los usuarios.

Precisión: Los conceptos contables como el principio de dualidad aseguran que cada transacción sea registrada de manera precisa y completa en la *blockchain*, lo cual es crucial para la precisión de la información contable.

Basándonos en la revisión de la literatura y el análisis teórico, podemos aceptar la hipótesis de que el uso y aplicación de conceptos de Teoría Contable son necesarios para garantizar fiabilidad y precisión de la información contable registrada en la *blockchain*. Los

principios contables proporcionan el marco necesario para asegurar que la información financiera sea creíble, verificable, precisa y completa, incluso en entornos tecnológicos avanzados como la *blockchain*.

- **Consideraciones finales**

En el desarrollo de este trabajo se ha clarificado que la tecnología *blockchain* ha irrumpido en el mundo de los negocios y, específicamente, en el ámbito de la contabilidad, cambiando el modo de ver de considerables aspectos la profesión. En el contexto de la contabilidad y auditoría en Argentina, *blockchain* se presenta como una herramienta revolucionaria que transforma profundamente el rol de los contadores y auditores.

Por todo lo expuesto se aceptan las hipótesis planteadas. Asimismo, a lo largo de este estudio, se han identificado varias áreas clave donde esta tecnología tiene un impacto considerable:

Mejora de la fiabilidad y transparencia: La inmutabilidad y trazabilidad de los registros en *blockchain* garantizan la integridad de la información contable, facilitando una mayor transparencia y confianza en los datos financieros.

Eficiencia operativa: La automatización de procesos y la reducción de tareas manuales permiten a los contadores y auditores concentrarse en actividades estratégicas y de mayor valor añadido, optimizando el uso de recursos y tiempo.

Detección y prevención de fraudes y errores: La capacidad de *blockchain* para proporcionar un registro claro y accesible de todas las transacciones fortalece los mecanismos de detección y prevención de actividades fraudulentas y errores contables.

Seguridad de los datos: La estructura descentralizada y cifrada de *blockchain* proporciona una seguridad robusta contra accesos no autorizados y ciberataques, protegiendo la información financiera sensible.

Transformación del rol profesional: *Blockchain* redefine el papel de los contadores y auditores, permitiéndoles adoptar un enfoque más estratégico y proactivo, contribuyendo de manera significativa a la toma de decisiones empresariales y al desarrollo de estrategias de negocio.

La implementación de *blockchain* en el ámbito contable y de auditoría no solo mejora la calidad y fiabilidad de la información financiera, sino que también impulsa a los profesionales contables hacia un rol más dinámico y relevante en la economía digital actual. La transparencia y seguridad que ofrece *blockchain* alinean a las empresas con las mejores prácticas internacionales, mejorando su competitividad tanto a nivel nacional como global.

7. Referencias bibliográficas

- ABC *Blockchain* (2019). *Blockchain* Federal Argentina (Archivo de video). Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=I7hO4QS-Tm4 el 17/04/2024.
- Argentina.gob.ar. Abrí tu empresa más fácil SAS. Glosario. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sas_glosario.pdf el 29/05/2024.
- Argentina.gob.ar. Caso de uso. Libros digitales SAS. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/bfa_-_libros_digitales.pdf el 29/05/2024.
- Ammous, S. (2018). El Patrón Bitcoin, la alternativa descentralizada a los bancos centrales. Barcelona, España: Editorial Planeta S.A.
- Argañaraz, A., Mazzuchelli, A., Daima, L., López, M.A. (2019). *Impacto del Blockchain en la contabilidad y la auditoría*. Recuperado de: https://pcient.uner.edu.ar/index.php/ejes/article/view/1236/1349 el 07/06/2024..
- Argañaraz, A., Mazzuchelli, A., Albanese, D., López, M.A. (2019). *Blockchain*: un nuevo desafío para la contabilidad y auditoría. XV Simposio Regional de Investigación Contable y XXV Encuentro Nacional de Investigadores Universitarios del Área Contable. La Plata. En RIDCA. Recuperado de: https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5135/*Blockchain*.%20%20un%20nuevo%20desaf%C3%ADo%20para%20la%20contabilidad%20y%20auditor%C3%ADa.pdf?sequence=3&isAllowed=y el 20/12/2022.

- Back, A. (2022). *Hashcash – A denial of service counter-measure.* Recuperado de https://nakamotoinstitute.org/static/docs/hashcash.pdf el 22/05/2023.
- Barbei, A. (2017). Historia del pensamiento contable. En Scavone, G. y Viegas, J. , Fundamentos de Contabilidad Superior NIIF-IFRS (pp. 39- 60). Buenos Aires: Osmar D. Buyatti.
- Bartolomeo, A. y Machin Urbay, G. Introducción a la tecnología *blockchain*: su impacto en las ciencias económicas. Recuperado de https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/15304/14.-introduccinalatecnologia.pdf el 05/12/2022.
- Bashir, I. (2023). Mastering *Blockchain* (4ta ed.). Packt Publishing Ltd.
- *Blockchain* Federal Argentino (2024). ¿Qué es el *Blockchain*?. Recuperado de https://bfa.ar/*blockchain*/*blockchain* el 09/04/2024.
- *Blockchain* Federal Argentino (2024). Pólizas de caución. Recuperado de https://bfa.ar/*blockchain*/casos-de-uso/poliza-de-caucion el 29/05/2024.
- Bobadilla, F. (1939). La partida doble y el origen racional de este sistema de ecuaciones. Revista de Economía y Estadística, Primera Época,Vol.1,No.2-3(1939): 2 y 3Trimestre, pp.209-218. Recuperado de https://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/article/view/3051 el 14/06/2024.
- Brandon, D. (2016). The *Blockchain*: The future of Business Information Systems? International Journal of The Academics Business World, Fall 2026.
- Calderón, E. (2021). Auditoría del *Blockchain* explicado para contadores y auditores. (Archivo de video). Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=6TbDo9tjwIg el 12/12/2022.
- Consejo de Vigilancia de la Profesión de Contaduría Pública y Auditoría del Gobierno del Salvador (2022). *Blockchain* & Auditoría. (Archivo de video). Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=cPbuPkLPoKU el 15/12/2022.
- Corvellec, H. (2001). La contabilidad por partida doble. Heterogénesis. Revista de Artes Visuales. Núm. 36. Asociación de Arte Mulato Gil. Lund, Suecia. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/108/10803602.pdf el 14/06/2024.
- Escobar, Diego Sebastián. (2022). Propuesta de un modelo contable que refleje el carácter de activo que la información corporativa representa para una entidad bancaria.

(Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires.) Recuperado de http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tesis/1501-1323_EscobarDS.pdf

- Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas (2005). Resolución Técnica Número 16. Marco Conceptual de las Normas Contables Profesionales. Recuperado de https://consejo.org.ar/storage/attachments/RT_FACPCE_N16.pdf-k5bsVBujOb.pdf el 14/06/2024.
- Gallastegui, S. (2021). *Blockchain* ¿Cómo puede ayudarme la tecnología *Blockchain* en mis procesos de auditoría? (Archivo de video). Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=_txufq9BjE4 el 20/12/2022
- Haber, S., Scott Stornetta W. (1991). *Secure names for Bit-Strings.* Recuperado de https://nakamotoinstitute.org/static/docs/secure-names-bit-strings.pdf el 22/05/2023.
- *Introducción a los Merkle Trees (Árboles de Merkle) y Merkle Roots (Raíces de Merkle). (2020).* Binance Academy. Recuperado de https://academy.binance.com/es/articles/merkle-trees-and-merkle-roots-explained el 02/11/2023.
- *La revolución del Blockchain en la Auditoría Interna.* Deloitte. Recuperado de https://www2.deloitte.com/es/es/pages/governance-risk-and-compliance/articles/*blockchain*-auditoria-interna.html el 03/11/2023.
- Lazanis R. (2015). How Technology Behind Bitcoin Could Transform Accounting As We Know It. Recuperado de https://brainstation.io/magazine/how-technology-behind-bitcoin-could-transform-accounting-as-we-know-it el 07/06/2024.
- Macias H., Farfán M.A., Rodríguez Braulio A. (2020). Contabilidad digital: los retos de la tecnología *blockchain* para académicos y profesionales. Recuperado de https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/activos/article/view/6152/5816 el 12/12/2022.
- Massias H., Serret Avila X., Quisquater J. J. (1999). *Design of a secure timestamping service with minimal trust requirement.* UCL Crypto Group. Recuperado de https://nakamotoinstitute.org/static/docs/secure-timestamping-service.pdf el 22/05/2023.
- May T. C. (1988). *The crypto anarchist manifesto.* Recuperado de https://activism.net/cypherpunk/crypto-anarchy.html el 22/05/2023.

- May T. C. (1994). *Crypto anarchy and virtual communities.* Recuperado de https://nakamotoinstitute.org/virtual-communities/ el 22/05/2023.
- Mosquera, J. (1951). Métodos de registración en Contabilidad. La partida simple. Revista de Economía y Estadística, Segunda Época,Vol.4 ,No. 1-2-3-4: 1, 2, y 4 Trimestre, pp.3-15. Recuperado de http://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/article/view/3291 el 14/06/2024.
- Palao, N. (2016). *Blockchain* y la verdad matemática. (Archivo de video). Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=vDrwgzgAyrk
- Parrondo, L. (2018). *Blockchain*: impacto en la contabilidad y la auditoría del futuro. (Archivo de video). Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=CRaciQLs0oI el 15/12/2022.
- Pertuz, L. A. y Peláez M. A. (2022). *Las nuevas tendencias tecnológicas y su injerencia en la formación profesional del contador público.* Revista Colombiana de Contabilidad. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9183040.pdf el 03/11/2023.
- Proyecto *Blockchain* Federal Argentina (2024). Recuperado de https://nic.ar/es/iniciativas/proyectos/proyecto-bfa el 17/04/2024.
- Rodríguez, I. (2023). *La auditoría y la tecnología blockchain.* Recuperado de https://www.auditool.org/blog/auditoria-de-ti/la-auditoria-y-la-tecnologia-*blockchain* el 03/11/2023.
- Proyecto Didi. (2021). #IdentiHack 2021: Conociendo el proyecto *Blockchain* Federal Argentina. (Archivo de video). Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=LKnZwOdKD0U el 17/04/2024.
- Satoshi Nakamoto (2008). Bitcoin: Un Sistema de Efectivo Electrónico Usuario-a-Usuario. Traducido al español de bitcoin.org/bitcoin.pdf por Ángel León - www.diariobitcoin.com. Recuperado de https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_es_latam.pdf el 01/12/2022.
- Szabo, N. (1997). *Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. Recuperado de* https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469 *el 04/11/2023.*
- Szabo, N. (2002). *A formal language for analyzing contracts*. Recuperado de https://nakamotoinstitute.org/contract-language/ el 22/05/2023.

- Szabo, N. (2017). Money, *blockchains*, and social scability. Recuperado de http://unenumerated.blogspot.com/2017/02/money-*blockchain*s-and-social-scalability.html el 22/05/2023.
- The Coso Perspective. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Comission. (2020). *Blockchain* and internal control. Recuperado de https://incp.org.co/Site/publicaciones/info/archivos/*Blockchain*-and-Internal-Control-01092020.pdf el 07/12/2022.
- Trámites a distancia, Presidencia de la Nación. Búsqueda de Registros Públicos Digitales. Recuperado de https://tramitesadistancia.gob.ar/registros-publicos/consulta-registros el 29/05/2025.
- Varela, F. (2019). Aspectos relevantes en cuestiones de valuación por los autores Richard Mattesich, Yuji Ijiri y Carlos García Casella. Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Wanden-Berghe Lozano, J.L. (2023). *Blockchain* e inteligencia artificial en el sistema de información contable: la disrupción de la partida triple. Universidad de Alicante. Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. Recuperado de http://hdl.handle.net/10045/135180 el 14/06/2024.
- W. Dai (1998). "b-money,". Recuperado de http://www.weidai.com/bmoney.txt.
- Zimmermann P. (1991). *Why I wrote PGP*. Recuperado de https://www.philzimmermann.com/EN/essays/WhyIWrotePGP.html el 23/05/2023.