

Estado del Arte de la Tecnología Blockchain, piedra angular para una nueva era digital en la industria, finanzas y tecnología.

John Freddy Sierra Ariza y Sergio David Vera Arenas

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Néstor Fabián Santos Nova

MBA - Énfasis en estrategia corporativa y decisiones

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2023

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	9
1. Tabla de Cumplimiento de Objetivos	13
2. Planteamiento del problema.....	14
2.1 Justificación del Problema	17
3. Objetivos	18
3.1 Objetivo General	18
3.2 Objetivos Específicos	18
4. Marco Teórico.....	19
4.1 Estado del arte	19
4.2 Criptografía	20
4.3 Criptografía para Blockchain	20
4.4 Criptografía de clave pública	20
4.5 Prueba de conocimiento cero	21
4.6 Blockchain.....	21
4.7 Contratos Inteligentes.....	22
4.8 Minería	22
4.9 Prueba de Trabajo.....	22
4.9.1 Funciones Hash	23
4.9.1.1. Tamaño Fijo.	23
4.9.1.2. Resistencia a la preimagen.	23
4.9.1.3. Segunda resistencia a la preimagen.....	23

4.9.1.4.	Resistencia a colisiones.....	23
4.10	Criptomoneda	23
4.11	Wallet o Monedero digital.....	24
4.12	Monedero Caliente y Frío.....	24
4.13	Consenso Distribuido	24
5.	Marco de Antecedentes.....	25
6.	Revisión de Literatura.....	27
6.1	Estrategia de búsqueda	28
6.2	Análisis bibliométrico	31
6.3	Puntos de Vista encontrados	40
6.3.1	Análisis de Implementaciones Actuales y Posibles Campos de la industria	44
6.4	Posibles Falencias encontradas por la tecnología	47
6.4.1	Desafíos.....	48
6.4.2	Resultados	49
7.	Adaptación a un Entorno Nacional.....	51
8.	Blockchain aplicado en las industrias	55
9.	Conclusiones.....	66
10.	Recomendaciones	68
	Referencias Bibliográficas	70

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Tabla de cumplimiento de Objetivos</i>	13
Tabla 2. <i>Palabras clave utilizadas</i>	28
Tabla 3. <i>Iteraciones ecuación de búsqueda</i>	29
Tabla 4. <i>Criterios de inclusión y exclusión utilizados</i>	30
Tabla 5. <i>Cantidad de Artículos obtenidos en las bases de datos seleccionadas</i>	31
Tabla 6. <i>Selección de artículos de cada categoría establecida</i>	38
Tabla 7. <i>Cuadro de Artículos seleccionados por la búsqueda y sus autores</i>	39
Tabla 8. <i>Cuadro comparativo de las aplicaciones en la industria e implementaciones realizadas en diferentes Empresas reconocidas</i>	55

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Criptografía de Clave Pública</i>	21
Figura 2. <i>Documentos por año en Scopus</i>	32
Figura 3. <i>Documentos por país o territorio</i>	33
Figura 4. <i>Documentos según área de estudio</i>	35
Figura 5. <i>Mapa de correlación de palabras clave</i>	37
Figura 6. <i>Varias aplicaciones financieras de blockchain en todo el mundo en 2016</i>	42
Figura 7. <i>Enfoque del proyecto</i>	54

Lista de Apéndices

**Ver apéndices adjuntos y pueden ser consultados en la base de
datos de la Biblioteca UIS**

Apéndice A. Certificación de Asistencia a Sustentación de Proyecto de Grado.

Apéndice B. Artículo de carácter publicable

Resumen

Título: Estado del Arte de la Tecnología Blockchain, piedra angular para una nueva era digital en la industria, finanzas y tecnología. *

Autor: John Freddy Sierra Ariza, Sergio David Vera Arenas**

Palabras Clave: Blockchain, industria, aplicaciones

Descripción:

En este documento se hace un viaje por medio de las actuales investigaciones realizadas desde el 2016 hasta el 2022, en las cuales se tuvo como objetivo evidenciar el avance que ha logrado la tecnología Blockchain a través de la historia, surgiendo como una tecnología innovadora, reciente y completa para ser adaptada de forma eficiente no solo en sistemas financieros como es el prejuicio que sufre la tecnología a primera vista, sino que se ha demostrado con grandes avances a nivel mundial, y a nivel nacional, que ha logrado ser bastante útil para la implementación en las industrias, en servicios médicos y en el sector público. Como es el caso de grandes empresas con sus respectivas marcas ya posicionadas en la industria e incluso en países en vía de desarrollo en aras de mejorar su gestión en el sector público, entre estas marcas encontramos a Mastercard, IBM, Renault, Merck, Walmart, entre otras bastante importantes. Todos estos ejemplos se reflejan gracias a las inversiones y socios hechos entre sí para adaptar y demostrar que la tecnología tiene gran potencial a mostrar y mejorar junto con las tecnologías emergentes de la cuarta revolución industrial que venimos desarrollando y viviendo.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director:

Abstract

Title: State of the Art of Blockchain Technology, cornerstone for a new digital era in industry, finance and technology.*

Author: John Freddy Sierra Ariza, Sergio David Vera Arenas**

Keywords: Blockchain, industry, applications

Description:

In this paper a journey is made through the current research conducted from 2016 to 2022, in which the objective was to highlight the progress that Blockchain technology has accomplished throughout history, emerging as an innovative, recent and complete technology to be adapted efficiently not only in financial systems as is the prejudices that the technology suffers at first sight, but it has been demonstrated with great advances worldwide, and nationally, which has become quite useful for implementation in industries, in medical services and in the public sector. As is the case of large companies with their respective brands already positioned in the industry and including developing countries in order to improve their management in the public sector, among these brands are Mastercard, IBM, Renault, Merk, Walmart, among others quite important. All these examples are reflected thanks to the investments and partnerships made to adapt and demonstrate that technology has great potential to show and improve along with the emerging technologies of the fourth industrial revolution that has been developing and living.

* Degree work

** Faculty of Physicomechanical Engineering. Industrial and Business Studies School. Director: MBA.

Introducción

Con la llegada de la revolución industrial se ha presenciado un cambio en toda la mentalidad de las conexiones que se dan a diario, gracias a estas conexiones se puede tener una interacción directa con las cosas que antes sólo eran herramientas manuales, inclusive sin tener que interactuar con ellas, gracias a la inteligencia artificial ya estas cosas pueden tomar sus propias decisiones y a su vez estas cosas están interrelacionadas con las demás como un todo, como en un mismo ecosistema el punto de vista es que la globalización detrás de la llamada “Industria 4.0”, detrás del Big Data, almacenamiento virtual en la nube, automatización de procesos y manejo de las máquinas, todo esto compone la revolución industrial con nuevas expectativas en la forma como se realizan operaciones de lo que representa un valor para la gente, su crecimiento y desarrollo que nos lleva a una aceleración en los procesos y sobre todo en las transacciones y conexiones hechas para que las industrias, la sociedad y la humanidad crezcan y avancen.

Estas transformaciones involucran paradigmas e incertidumbres en los sectores, sin embargo, su principal tarea es innovar para obtener una sostenibilidad en las organizaciones (Vyas & Gupta, 2021). Las incertidumbres se dan por la industria actual, que también pueden afectar los trabajos de la actualidad en un futuro cercano, incluso implicaciones que tiene la tecnología de la economía a nivel mundial. Con el concepto de contrato Inteligente permiten que las transacciones que conocemos comúnmente, se pueden automatizar todos estos procesos, eliminando tiempos de espera por regulaciones, se elimina la participación de terceros gracias a la seguridad que va a ofrecer la Criptografía y que esto pase con

aplicaciones reales comerciales. Esta promesa de simplificar por completo los procesos como la gestión de la cadena de suministro, creación de contratos, etc. (Guo & Yu, 2022).

Un ejemplo bastante contundente de las innovaciones es la que ofrece en la actualidad ha sido el de IBM, el cual con su amplio catálogo de soluciones e innovaciones que se dejan aplicar a cualquier empresa, ofrece seguridad industrial y cyber-seguridad, con la creación de Hyperledger Fabric con el cual implementan soluciones de cadenas de bloques para diferentes empresas. Compuesto por medio de un código subyacente para la consola de IBM Blockchain Platform y una interfaz para su usuario. Todo esto creado para interactuar y permitir que IBM reciba códigos como donación recibiendo recompensas en forma de tokens. Todo este espectro de soluciones ofrecidas por ellos a las empresas son puestas en marcha para las finanzas, cadenas de suministro, aplicaciones para el sector de la salud y el cuidado médico, entre otras. Tener una confianza plena de una base de datos totalmente compartida que conlleva contratos inteligentes dejando mayor transparencia, fácil trazabilidad y seguridad para sus usuarios.

Estos beneficios son alcanzados a través de la cadena de bloques, la cual una vez agrupada con criptografía se conserva inalterable y visible para todos los miembros y participantes de la misma red, obteniendo información clara, concisa y a tiempo, a medida que se van presentando los cambios, como normalmente ocurren en procesos logísticos y toma de decisiones dentro de la organización (International Business Machines IBM, 2022).

La creación de los bancos y sistemas financieros, los cuales son vigilados por el estado se dan a la búsqueda de eliminar la inseguridad que se presenta al realizar cualquier tipo de negocio, trueque o intercambio, dado que no se tiene plena confianza en la otra persona, va creando la necesidad de la presencia de un tercero, un testigo con el cual se pueda reclamar en caso de haber inconvenientes con lo pactado. En la actualidad estos terceros aún

no logran ser 100% seguros debido a que son vulnerables a ataques y una vez vulnerados esta información se pierde sin posibilidad mayor de ser rescatada. La inseguridad, los fraudes y las alteraciones de datos es fundamental para garantizar operaciones importantes en cualquier organización y la cadena de bloques nos ofrece una alternativa que evita la necesidad de una entidad o un tercero y que frece confianza en la información por medio de algoritmos de criptografía los cuales no van a ser únicos ni fáciles de acceder por cualquier persona, y que al registrarse en la cadena de bloques quedan guardados de forma segura e inalterable para toda la red con acceso a consultarla y manejar la base de datos de forma descentralizada conectándose entre sí (Guo & Yu, 2022).

Otros ejemplos conocidos son los de la compra de entradas a eventos sociales de entretenimiento. Michel Cadot delegado del ministerio de los Juegos Olímpicos y Paralímpicos que se celebrará en Francia 2024, presenta la propuesta de la implementación de Blockchain en la venta de las boletas para evitar que se repita la situación presentada recientemente en el mismo país con la final de la UEFA Champions League (UCL), la cual fue noticia por la falsificación de alrededor de 2800 entradas al estadio causando pérdidas para la sociedad en francesa e incluso sociedad internacional que asiste a este evento todos los años. Con dicha implementación se podrían eliminar las falsificaciones de los tickets para futuros eventos en el país europeo (Mulligan, 2022).

Con una vista futurista en el tema de los activos digitales se puede hablar de la Web 3.0 que se construye basada en la tecnología blockchain y a su vez es compuesta por 4 ejes principales: el metaverso, los tokens no fungibles (NFT), Criptomonedas (tokens fungibles) y finalmente las organizaciones autónomas y descentralizadas (DAO). Uno de los pioneros en el uso de los NFT fue la compañía Budweiser al publicar una NFT en el famoso Super Bowl LVI y así marcar pauta en esta dimensión con su propia colección de NFT como parte

del proyecto Noun NFT basado en Ethereum (CriptoMundo, 2022). Otras compañías más conocidas como el caso de Facebook que luego de ser parte de escándalos sufridos por Cambridge Analytics, donde se había filtrado información recolectada por la red social para fines políticos e individuales, si CEO dedicó a invertir y enfocar su red hacia el metaverso y así buscar transparencia en sus acciones como organización (SumOfUs, 2022).

Todos estos ejemplos propuestos sirven de mira para los cambios que se avecinan con la globalización cada vez más acelerada haciendo los procesos cada vez más fáciles no solo para las industrias, con sus interacciones en línea con sus proveedores, sino también para las personas las cuales pueden tener todo el acceso a su historial médico de forma descentralizada y con privacidad. Incluso se pueden incluir los artistas y sus obras al ofrecerse correctamente a sus potenciales clientes. En otras palabras, influyen en las decisiones empresariales, a nivel organizacional o individual de todos los participantes de la red (Hackl, Lueth, Di Bartolo, & Arkontaky, 2022). Su principal cualidad es la seguridad por parte de blockchain, seguridad de la información, los datos guardados con algoritmos de consenso donde quedan inmutables y se pueden rastrear de principio a fin gracias a la tecnología de cadenas de bloques y la criptografía.

1. Tabla de Cumplimiento de Objetivos

Tabla 1.

Tabla de cumplimiento de Objetivos

Objetivo	Cumplimiento
Elaborar un análisis bibliométrico sobre los casos de estudios realizados en la implantación de Blockchain en los diferentes ámbitos	6.2 Análisis bibliométrico
Realizar una inmersión en la literatura existente acerca de las aplicaciones de blockchain en la industria y la tecnología	6.3 Puntos de vista encontrados 6.3.1 Análisis de Implementaciones Actuales y Posibles Campos de la industria a desempeñar
Resaltar las falencias actuales de algunos sistemas a partir de datos y cifras y como blockchain puede solucionar dichas deficiencias.	6.4 Posibles Falencias encontradas por la tecnología 7. Adaptación a un Entorno Nacional
Evidenciar cómo ha acelerado la innovación y seguridad a partir de las diferentes cadenas de bloques empresariales que ya están en funcionamiento	8. Cuadro de Innovación y evidencia de la tecnología blockchain aplicado en las industrias
Elaboración artículo de carácter publicable	Apéndice B

2. Planteamiento del problema

Con la aparición de la pandemia se aceleró la globalización y digitalización de los bienes y servicios, la tecnología ha aumentado exponencialmente y ha hecho que los conceptos como Blockchain, NFTs y Smart Contracts sean conocidos en la vida cotidiana y sectores empresariales, musicales, salud, banca y servicios financieros, logística, arte, la nube, ecommerce entre otros más. Cada vez son más las personas que realizan algún tipo de transacción en internet alcanzando cifras de 26,7 billones de dólares (UNCTAD, 2021) los clientes cada vez son más exigentes en calidad de servicio, seguridad de los datos, sana procedencia de sus artículos comprados y mejora de tiempos en las entregas, estas exigencias han hecho que las empresas que no poseían presencia en la internet tuvieran que implementar modelos de venta online para cumplirle a los clientes y ser competitivos en el mercado.

La privacidad de los datos y fiabilidad de la información siempre han estado centralizadas por terceros que son representados por entidades privadas o públicas, pero que a su vez están expuestos a manipulación o robos de datos, todo esto sucede porque existen fallos en sus sistemas y al ser una entidad centralizada es decir que existe o esta almacenada en un lugar en específico lo hace más susceptible a ataques de hackers que están a la espera de fallos en sus sistemas de seguridad. Un caso reciente fue el robo de datos a millones de usuarios que utilizan la aplicación de Facebook, el cual tuvo una fuga de datos que fueron entregados a Cambridge Analytics para realizar campañas mediáticas y crear perfiles personalizados según la información de cada usuario y de esta forma influir en las elecciones presidenciales de 2016 (BBC mundo, 2018) los datos representan un activo muy relevante y de gran valor para las empresas lo que hace que la seguridad de estos sea una prioridad y el correcto uso de estos se vuelve un tema moral y legalmente importante.

Si bien el concepto de blockchain inicialmente se asociaba solo a la criptomoneda Bitcoin entre otras, esto ha venido cambiando con el pasar de los años y la rápida adopción de internet gracias a la globalización hoy todo está más interconectado, los avances tecnológicos hace que podamos hablar de ciudades inteligentes y sostenibles, internet de las cosas IOT, machine learning, inteligencia artificial, plantas automatizadas, Big Data Analytics WEB 3.0 y 4.0, e infinidad de aplicaciones que han venido surgiendo y que están ligadas a una conexión de internet, (Khan, 2002).

Todas estas interacciones tienen en común que se comparte datos en información privada de cada uno de los actores en las diferentes operaciones, ejemplo de ellos son los millones de transacciones que se ejecutan en el área financiera generando movimientos millonarios en todo el mundo, los datos almacenados en los diferentes servidores de aplicaciones como Instagram, Twitter, Tik Tok, o los datos de empresas como Google, Microsoft, Amazon, y los datos de sectores como a salud, sector inmobiliario y gubernamentales entre otros. Todos tienen en común que son almacenados en bases de datos centralizadas y que están expuestos a fraudes y robos o manipulación de estos debido a que una persona o entidad tiene el control total de los mismos.

Uno de los ejes fundamentales de la tecnología blockchain son los contratos inteligentes que en palabras más sencillas se traduce a operaciones o bloques de información que se almacenan en libros mayores que son accesibles para todos los participantes de la red y que se guardan en miles de nodos distribuidos por el mundo, una vez un bloque de información es almacenado se comparte por toda la red por medio de un algoritmo de consenso y una vez validado por toda esa información permanece inalterable e inmutable mediante el uso de algoritmos de criptografía propios de la blockchain, esta característica de poder almacenar información en nodos no centralizados brinda mayor seguridad ya que para

poder ejecutar un fraude o alteración de datos se tendría que realizar un hackeo masivo en todos los nodos de la red, que es prácticamente imposible. Otra característica es la reducción de costos ya que la misma red valida una operación o transacción en cuestión de minutos a un costo muy bajo, esta red está habilitada para operar las 24 horas del día por lo que no depende de una entidad centralizada que compruebe, verifique y autorice una operación o movimiento, dichas operaciones son ejecutadas por toda la red mediante protocolos de consenso (Vyas & Gupta, Blockchain and Industry 4.0 – A study, 2022)

La tecnología blockchain tiene características muy atractivas en temas de transparencia, trazabilidad, versatilidad, alta escalabilidad y reducción de tiempos y costos en todos los sectores y es por estas razones es que muchas empresas han empezado a implementarlo, IBM una compañía tecnológica ha desarrollado una blockchain empresarial llamada Hyperledger Fabric para brindar soluciones empresariales en los diferentes sectores en áreas como cadenas de suministro, finanzas, atención médica y la banca, actualmente han logrado implementar exitosamente 10 casos de éxito en diferentes empresas donde ya se ejecuta con normalidad blockchain (International Business Machines IBM, 2022) En Colombia se realizó con éxito una prueba piloto para la emisión de bonos donde participo el Banco de la República junto al banco Davivienda y el BID para probar las características ofrecidas por la tecnología blockchain y así iniciar el camino hacia la implantación de esta tecnología es sectores públicos como la salud, elecciones, registro de título y/o activos, recaudo de impuestos entre otros (Banco de la República, 2021). Esta tecnología llego para quedarse y ser promotora de la 5 revolución industrial en la historia.

2.1. Justificación del Problema

Blockchain es una base de datos digital, descentralizada y encriptada basada en un libro de contabilidad digital de transacciones o información, es la tecnología central detrás del bitcoin y otras criptomonedas, esta tiene un inmenso potencial en los sectores financiero y bancario, las cadenas de suministro y los sectores gubernamentales entre otros.

Esta tecnología tiene muchas ventajas frente a los métodos tradicionales. En primer lugar, es muy segura, ya que utiliza criptografía y software a prueba de manipulaciones para almacenar datos en libros de contabilidad distribuidos. Así, elimina el riesgo de manipulación o supresión de datos por una sola entidad u organización, además, nadie controla ni accede a la base de datos original de la cadena de bloques, salvo los miembros que la crearon en primer lugar, esto impide que cualquier persona o entidad corrupta pueda hacerse con el control del sistema.

Muchos expertos creen que blockchain tiene vastas aplicaciones fuera de las criptomonedas, por ejemplo, las empresas de servicios financieros pueden utilizar blockchain para transferir dinero internacionalmente sin comisiones ni retrasos. Las cadenas de suministro pueden ser más eficientes, ya que múltiples partes pueden acceder a un único sistema de mantenimiento de registros a través de la tecnología blockchain. Los gobiernos pueden utilizar blockchain para garantizar la transparencia de sus sistemas y reducir el despilfarro gracias a la incorruptibilidad. Las empresas pueden utilizar blockchain para mantener registros, hacer un seguimiento del inventario y reducir los costes operativos de los departamentos de recursos humanos.

De acuerdo con estas reflexiones y en el revuelo que rodea a la tecnología blockchain, está claro que esta tecnología revolucionara la industria y va a ser un factor determinante en

la nueva era digital, influyendo activamente en todos los sectores empresariales y mejorando la calidad de vida mediante la automatización y transparencia en todos los sectores.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Elaborar un estado del arte mostrando cómo la tecnología blockchain se ha integrado en todos los sectores de la industria y la economía a partir de casos reales e investigaciones científicas.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar una inmersión en la literatura existente acerca de las aplicaciones de blockchain en la industria y la tecnología
- Elaborar un análisis bibliométrico sobre los casos de estudios realizados en la implantación de Blockchain en los diferentes ámbitos
- Mostrar las falencias actuales de algunos sistemas a partir de datos y cifras y como blockchain puede solucionar dichas deficiencias.
- Mostrar cómo ha acelerado la innovación y seguridad a partir de las diferentes cadenas de bloques empresariales que ya están en funcionamiento
- Elaborar un artículo publicable basado en la investigación realizada.

4. Marco Teórico

En esta sección se presenta el marco teórico utilizado para el desarrollo del presente trabajo de grado

4.1. Estado del arte

El estado del arte es un tipo de metodología documental que permite de forma descriptiva conocer el camino que se ha recorrido en un campo de investigación en específico desde la recuperación de los registros de las investigaciones que se han realizado; esto con el fin de que se establezcan las bases para posteriores estudios y para debatir sobre lo ya investigado (Gómez, Galeano & Jaramillo, 2015). Los pasos que se ejecutan generalmente cuando se desarrollan este tipo de estudios según Montoya (2005) son los siguientes:

- **Contextualización:** En esta etapa se establecen aspectos relacionados con el planteamiento del problema que incluyen fuentes para recuperar los documentos de estudio, objetivo del mismo, criterios de contextualización, límites, entre otros
- **Clasificación:** En esta etapa se establecen las directrices que regirán la sistematización de lo encontrado relacionando aspectos de rangos de tiempo, preguntas puntuales de investigación, tipología de documentos a estudiar, entre otros.
- **Categorización:** En esta etapa se establecen las categorías para el análisis de la información ya sean preestablecidas o generadas de forma emergente luego de la comparación continua en la información recuperada de las fuentes establecidas.

4.2. Criptografía

La criptografía es la disciplina encargada del intercambio de información de forma segura por medio de algoritmos complejos (BBVA Communications, 2020), este concepto se usaba para estrategias militares buscando confidencialidad en la información que era enviada en tiempos de guerra y que si era interceptada dicha información no fuese descubierta, es decir, que no fuese clara para la persona incorrecta. Unos de los pioneros de la criptografía fue Julio Cesar con su cifrado o código Cesar donde reemplazaba una letra del mensaje con otra diferente y con un número específico la persona correcta podía leer perfectamente el mensaje. Y con la evolución que trajo consigo el internet y la telefonía móvil lo que aumentó el uso de la criptografía para los datos.

4.3. Criptografía para Blockchain

Al crear una capa de confianza entre dos partes distintas deja que se produzcan transacciones y registros confiables eliminando el papel que hacen los intermediarios externos a la transacción. Al eliminar la necesidad de una institución centralizada con la criptografía se crea un libro compartido el cual se almacena entre todos los participantes de la red. Para esto hace uso de la criptografía de clave pública, pruebas de conocimiento cero y funciones hash.

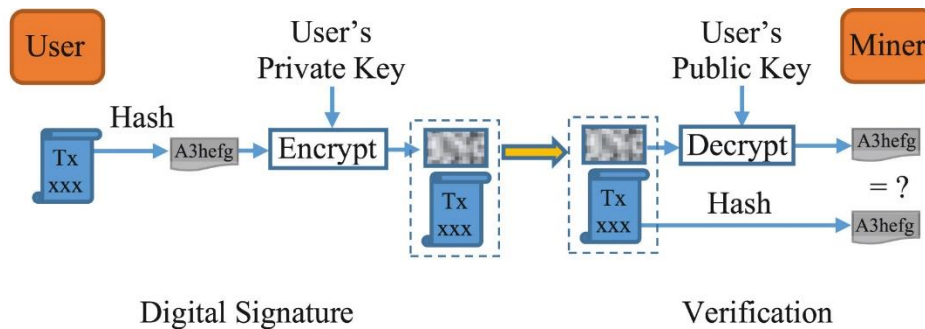
4.4. Criptografía de clave pública

En una transacción específica para comprobar que fue la persona es la adecuada para crearla se usa esta clase de criptografía de clave pública. En este caso el usuario codifica sus datos y luego firma con una clave privada para generar la firma digital. Una vez se envía a la

red blockchain el minero usa la clave pública del usuario para descifrar la firma digital recibida y este mismo procesa los datos de la transacción recibida y compara la información de recibir y de procesar que debe ser la misma, y verifica la transacción

Figura 1.

Criptografía de Clave Pública



Nota: Gráfico tomado de “A survey on blockchain and its security” (Guo & Yu, 2022)

4.5. Prueba de conocimiento cero

Son basados en un principio criptográfico utilizado en algunas cadenas de bloques para mejorar la privacidad, donde se requiere asegurarse de que se posee la cantidad de dinero suficiente para llevar a cabo la operación sin necesidad de saber quién está realizando la transacción ni cuánto dinero posee en total.

4.6. Blockchain

Se puede definir como el registro de un libro mayor compartido e inmutable que genera confianza (International Business Machines IBM Corporation, 2021) este libro al ser de forma descentralizada y registrar todo tipo de transacciones de forma inmutable genera la

confianza de rastrear cualquier tipo de transacción hecha de cualquier activo, ya sea un carro, dinero, tierras e incluso intangible, propiedad intelectual, derechos de autor, patentes, etc.

4.7. Contratos Inteligentes

Es parte fundamental que se relaciona con la cadena de bloques dado que el contrato inteligente es un código de computadora para llevar a cabo ciertos tipos de eventos significativos. Programa reglas y puntos de decisión en las transacciones y procesos del blockchain, hace que las transacciones sean automáticas y de que se cumplan las reglas estipuladas. Se puede llamar piedra angular de las aplicaciones empresariales de blockchain. Estos contratos ofrecen autonomía, eficiencia, precisión y ahorro en los costos.

4.8. Minería

Cuando se lleva a cabo una transacción se envían a cada computadora compartida de la red para validarlas en incluirlas en la cadena de bloques, en este proceso de validación se debe resolver un acertijo que conecta al siguiente bloque para ser añadido. La computadora resuelve correctamente el acertijo primero, añadiendo las transacciones a un bloque y luego añadiendo ese bloque de transacciones a la cadena de bloques. Al resolver el acertijo se recibe una recompensa que se paga por criptomoneda o e-tokens. A todo este proceso se le conoce como minado o minería ya que es como juntar pequeñas cantidades de valor a un bloque.

4.9. Prueba de Trabajo

Los mineros que pasan el acertijo y logran añadir bloques válidos reciben su recompensa. Este acertijo que es resuelto se conoce como prueba de trabajo, es un problema matemático difícil de resolver, pero fácil de verificar una vez ha sido resuelto. Todos en la

red intentan resolver este acertijo, la persona que lo logra de primero obtiene la recompensa y completa el proceso y le da acceso inmediatamente a los demás para que puedan ingresar de manera fácil y confirmar la respuesta.

4.9.1. Funciones Hash

Son tecnología fundamental en la cadena de bloques que consiste en una ecuación matemática compuesta con 5 características importantes:

4.9.1.1. Tamaño Fijo. Toma cualquier valor como entrada y desarrolla una salida con un tamaño fijo logrando comprimir cualquier pieza de datos en un tamaño fijo y así son aplicadas en las firmas digitales.

4.9.1.2. Resistencia a la preimagen. Una vez se tiene la entrada no es difícil calcular una salida hash, pero si es difícil aplicar matemática e ingeniería a la inversa a la entrada original.

4.9.1.3. Segunda resistencia a la preimagen. Se dio una entrada y una salida hash, para obtener una segunda entrada que produce la misma salida hash es computacionalmente inviable

4.9.1.4. Resistencia a colisiones. Encontrar dos entradas distintas es computacionalmente inviable para producir la misma salida hash.

4.10. Criptomoneda

Es un activo digital que emplea un cifrado criptográfico para garantizar la titularidad e integridad de las transacciones y de esta forma controlar la creación de unidades adicionales, es decir, evitar la creación de copias y esta moneda son depositadas en carteras digitales. Estas monedas no son reguladas por ninguna institución y evitan tener

intermediarios en las transacciones. No cuentan con ningún respaldo de ninguna entidad financiera, u otras autoridades. Estas transacciones son irreversibles y para lograr “revertirla” es necesario ejecutar una contraria.

4.11. Wallet o Monedero digital

Este monedero en realidad es un software o aplicación donde es posible el almacenamiento, el envío y la recepción de criptomonedas. A diferencia con un monedero físico este lo que almacena son las claves de acceso que nos dan la propiedad y derecho sobre las criptomonedas. La pérdida de dichas claves se puede asumir como la pérdida total de las criptomonedas sin posibilidad alguna a recuperarlas.

4.12. Monedero Caliente y Frío

La diferencia principal es que los calientes se encuentran conectados al internet mientras que los fríos no lo hacen. Dentro de los monederos caliente se encuentran monederos web, monederos móviles y monederos de escritorio (en el caso de estar conectado a internet) y en los monederos fríos existen monederos hardware y lo monederos de papel, que es simplemente la impresión del papel de la clave privada.

4.13. Consenso Distribuido

Al componerse todo por una red descentralizada, de esta misma forma todos en la red son participantes de esta y cada transacción, cada movimiento a realizar debe ser aprobado por cada uno de los participantes hasta poder lograr un umbral de consenso del 50% que es el usado en la mayoría de las cadenas de bloques, esto elimina la necesidad de una entidad apruebe todas las transacciones y mantenga toda una base de datos fidedigna y actualizada.

5. Marco de Antecedentes

En el trabajo de grado titulado “Estado del arte: tecnología blockchain” se realiza una revisión de la tecnología de blockchain en las organizaciones a partir de artículos recuperados de la base de datos Scopus en un rango temporal de 2016 a 2018. En este trabajo realizaron un análisis bibliométrico con el software Vantagepoint donde mencionaron autores, países, palabras clave y demás aspectos relevantes asociados, realizaron una síntesis de la información con 41 documentos luego de una lectura crítica y consideración de alineación entre lo encontrado en título, resumen y conclusiones con el objetivo de la búsqueda y por último generaron una síntesis de los principales usos de esta tecnología consolidada por procesos organizacionales (Carvajal, 2019).

En una tesis de magister “grado de conocimiento y nivel de implementación de la tecnología blockchain en empresas colombianas” se realiza una encuesta del sector colombiano en sus diferentes áreas y se evalúa el potencial de implementación de la tecnología blockchain dónde se encuentra que el 49% empresas encuestadas pertenecen al sector de tecnología y comunicaciones, banca y servicios financieros (Daza, 2020). Donde el 33% de los encuestados están interesados en esta tecnología por las características que esta ofrece como fiabilidad, transparencia y escalabilidad y el 50% de los interesados esta implementado algún tipo de piloto dentro de sus organizaciones para posteriormente realizar una mayor adopción en los diferentes sectores financieros y tecnológicos de Colombia.

En el trabajo de grado de la universidad industrial de Santander “Aplicabilidad de blockchain en la cadena de suministro para el mejoramiento del sector agropecuario” aborda la problemática que enfrentan este sector (Gomez Lindarte, 2021), ya que el 59% está

conformado por campesinos que no tienen pagos justos por sus productos y de ahí nace la necesidad de integrar un sistema de información para poner en contacto a los productores de productos de primera necesidad con los consumidores finales sin la necesidad de intermediarios, los autores exponen el uso de tecnología blockchain para integrar un sistema de información mediante el cual se pueda generar una trazabilidad y transparencia en la comercialización de productos agropecuarios con los consumidores finales sin la necesidad de intermediarios, garantizando así una mejor distribución de los recursos y generando mayor calidad de vida y reduciendo la pobreza a que se enfrenta el sector agropecuario en Colombia.

En el artículo de proyecto de grado de la universidad Nueva Granada hace un énfasis muy interesante al enfocar su investigación hacia aplicaciones fuera de las financieras relacionadas con la moneda digital Bitcoin (Arias Torres, 2018), donde destaca unos casos aplicados muy clave para el desarrollo y abre su discusión a la implementación en cualquier negocio o economía y desarrollo del país. Como es el caso de la venta de inmuebles que se da en la ciudad de Manhattan, el cual usa a Ethereum facilitando la compraventa de los valores inmobiliarios y así evitan intermediarios en el proceso ahorrando dinero y tiempo. Así mismo recalca un ejemplo un poco ajeno a todas estas transacciones monetarias como es el caso del mantenimiento de ascensores y su seguridad llamada LiftsOnTheBlocks donde con esta aplicación basada en Blockchain hace que el ascensor se comunique con un contrato inteligente registrando sus propias fallas o inconvenientes ocurridos a través del tiempo, lo cual es muy útil a la hora de realizar ese mantenimiento periódico por el equipo de seguridad de la empresa.

Y haciendo un análisis a la descentralización de los procesos en su artículo caracteriza los ámbitos en los cuales esta tecnología da pie a ser aplicada mundialmente, como la aplicación de contratos, las certificaciones, y el seguimiento de la mercancía en su transporte

para llevar un monitoreo sin que se vea alterada esta información. Por último, en su enfoque hace una comparación con el país y el avance en esta tecnología el cual se podría beneficiar y trae a colación casos como lo son las denuncias anónimas donde la finalidad del Blockchain es tener un sistema de cadenas de bloques que otorgue la seguridad de estas denuncias para casos delicados como lo es el abuso infantil, violencia intrafamiliar y maltrato de género. Un buen ejemplo aplicado es el de la universidad distrital, el cual con el implemento de la cadena de bloques carga en la plataforma privada los certificados obtenidos y sus títulos universitarios, de esta forma garantiza para los externos que quieran consultar validez en un documento o título ingresar a esta plataforma y verificarlo con rapidez y certeza.

6. Revisión de Literatura

Para el desarrollo de la investigación de la literatura en este documento se ha adaptado y revisado a partir de investigaciones anteriores y realizando un análisis cualitativo para ofrecer una visión, global de los artículos actuales relacionados sobre la tecnología blockchain. Se tomaron artículos publicados después de 2017 para este estudio con el fin de captar las tendencias de esta tecnología en los diferentes campos industriales como la cadena de suministro, las entidades financieras, empresas encargadas de la propiedad intelectual, las entidades prestadoras de salud tanto públicas como privadas, entre otras. El objetivo general es elaborar un estado del arte mostrando la tecnología blockchain y cómo esta se ha integrado en los sectores de la industria a partir de los casos reales y documentos investigados relacionados, se toman la palabra clave como base para esta búsqueda y poder tener una búsqueda exhaustiva. Gracias a los beneficios de uso que da la licencia que posee la

Universidad Industrial de Santander con las diferentes bases de datos y con las bases de datos que ofrecen preliminarmente las revistas científicas.

6.1. Estrategia de búsqueda

En primer lugar, se identificaron las palabras claves o tesauros a partir de una revisión preliminar en Google Scholar. De acuerdo con eso, se inició con la construcción de la ecuación de búsqueda que fue ingresada a Scopus y Web of science, seleccionadas por la calidad y el impacto que poseen las revistas indexadas en dichas bases de datos. En la tabla 2 se presentan las palabras clave utilizadas para las diferentes iteraciones, se complementó la búsqueda con los tesauros referidos para industria en el portal de la UNESCO y en la base de datos ERIC en inglés.

Tabla 2.

Palabras clave utilizadas

Palabras clave	Palabras clave utilizadas
Tecnología Blockchain	Blockachain, blockchain technology
Industria	Industry, food industry, gas industry, agroindustry, chemical industry, construction industry, electrical industry, dairy industry, electronics industry, manufacturing industry, metal industry, petroleum industry, pharmaceutical industry, power industry, shipbuilding industry, small scale industry, textile industry

Luego de esto se inició con la ejecución de las iteraciones para determinar los documentos a seleccionar para la revisión, se inició con una búsqueda básica en Scopus

utilizando las palabras clave blockchain e industria, pero dado que la cantidad de registros recuperados fue considerable se empezó a refinar la ecuación como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3.

Iteraciones ecuación de búsqueda

Ecuación ingresada	Resultados
TITLE-ABS-KEY (blockchain AND industry)	6050
TITLE-ABS-KEY (blockchain AND (industry OR ("food industry" OR "gas industry" OR "agroindustry" OR "chemical industry" OR "construction industry" OR "electrical industry" OR "dairy industry" OR "electronics industry" OR "manufacturing industry" OR "metal industry" OR "petroleum industry" OR "pharmaceutical industry" OR "power industry" OR "shipbuilding industry" OR "small scale industry" OR "technology industry" OR "finance industry" OR "textile industry"))) PUBYEAR > 2017	5959
TITLE-ABS-KEY ((blockchain OR "blockchain technology") AND (industry OR ("food industry" OR "gas industry" OR "agroindustry" OR "chemical industry" OR "construction industry" OR "electrical industry" OR "dairy industry" OR "electronics industry" OR "manufacturing industry" OR "metal industry" OR "petroleum industry" OR "pharmaceutical industry" OR "power industry" OR "shipbuilding industry" OR "small scale industry" OR "technology industry" OR "finance industry" OR "textile industry"))) PUBYEAR > 2017 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish"))	2235
TITLE-ABS-KEY ((blockchain OR "blockchain technology") PRE/7 (industry OR ("food industry" OR "gas industry" OR "agroindustry" OR "chemical industry" OR "construction industry" OR "electrical industry" OR "dairy industry" OR "electronics industry" OR "manufacturing	1293

industry" OR "metal industry" OR "petroleum industry" OR "pharmaceutical industry" OR "power industry" OR "shipbuilding industry" OR "small scale industry" OR "technology industry" OR "finance industry" OR "textile industry"))) PUBYEAR > 2017

TITLE-ABS-KEY ((blockchain OR "blockchain technology") PRE/7 (566 industry OR ("food industry" OR "gas industry" OR "agroindustry" OR "chemical industry" OR "construction industry" OR "electrical industry" OR "dairy industry" OR "electronics industry" OR "manufacturing industry" OR "metal industry" OR "petroleum industry" OR "pharmaceutical industry" OR "power industry" OR "shipbuilding industry" OR "small scale industry" OR "technology industry" OR "finance industry" OR "textile industry"))) PUBYEAR > 2017

Los criterios de inclusión y exclusión aplicados en las bases de datos luego de ingresar la ecuación base se muestran en la tabla 4.

Tabla 4.

Criterios de inclusión y exclusión utilizados

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> • Artículos, capítulos de libro y artículos de revisión 	<ul style="list-style-type: none"> • Actas de conferencia, Notas, Casos, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Documentos indexados después de 2017 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos publicados con fecha de 2023
<ul style="list-style-type: none"> • Documentos con idiomas inglés o español 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos sin acceso

Así, se llegó a la ecuación de la cual se obtuvieron 566 resultados en la base de datos luego de la revisión continua de títulos y resumen de varios documentos para verificar que arrojara resultados según el objetivo de la búsqueda.

Luego de esto, se ingresó la ecuación final en la base de datos Web of science para realizar una revisión por títulos y resúmenes y determinar con que base de datos por cobertura se seleccionaran los documentos a utilizar en la síntesis y para dar cumplimiento a los objetivos planteados, de lo cual se obtuvo que por cobertura Scopus tiene mayor número de registros como se muestra en la tabla 5, por lo cual los resultados arrojados de esta base de datos son los seleccionados.

Tabla 5.

Cantidad de Artículos obtenidos en las bases de datos seleccionadas

Numero de documento obtenidos de las dos bases de datos		
Base de datos	Scopus	Web Of Science
Cantidad de documentos	566	220

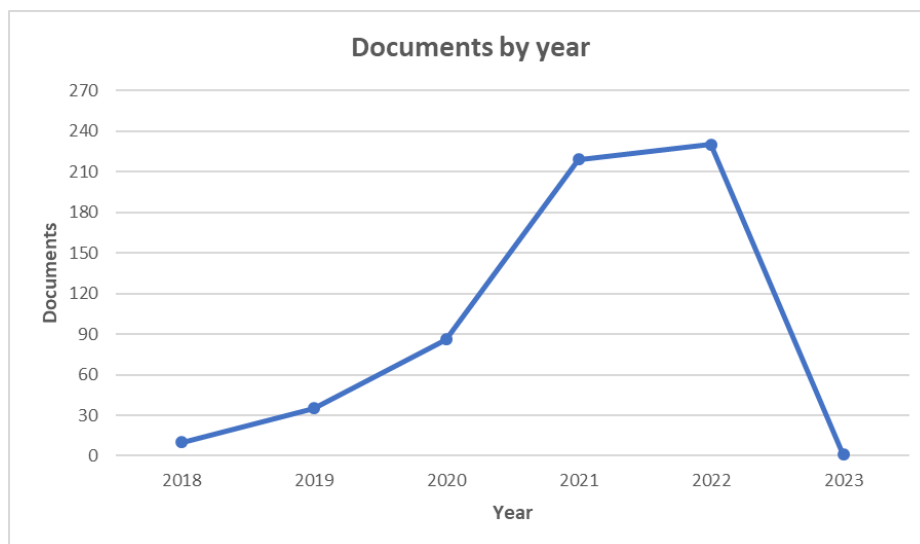
6.2. Análisis bibliométrico

Con una búsqueda inicial se encuentran alrededor de 566 documentos con el tema de Blockchain de la base de datos Scopus, el cual se reparte en un periodo de tiempo muy corto debido al surgimiento reciente e impulsado por la contingencia mundial que ocasionó el COVID 19, produce un comportamiento ascendente de tipo exponencial comenzando en 2018 con una cantidad de 10 artículos publicados siendo Lezzi Maariana, Lazoi Mariangela

y Corallo Angelo pioneros en el tema consiguiendo alrededor de 129 citaciones. Otro autor que logró un buen auge de citaciones han sido Morteza Ghobakhloo con su publicación en la revista de gestión de la tecnología de fabricación creando una revisión a fondo de las implementaciones de industria 4.0 con el objetivo de resaltar diseños clave, tendencias de la tecnología y así crear una guía para las industrias que buscan implementar la transición hacia esta industria 4.0. Gracias a esta completa investigación ha logrado alrededor en 496 citaciones en esta revista *Scopus*, resaltando todo un camino por recorrer para las industrias y demostrando la importancia que esto puede traer para el desarrollo en la industria. También cabe hacer referencia a los autores que más participaciones han tenido en este tipo de artículos donde encontramos a Yungcheol Byun, Yong Chen y Mohd Javaid quienes cada uno han logrado participar en 7 distintos documentos cada uno, publicados en esta base de datos.

Figura 2.

Documentos por año en Scopus

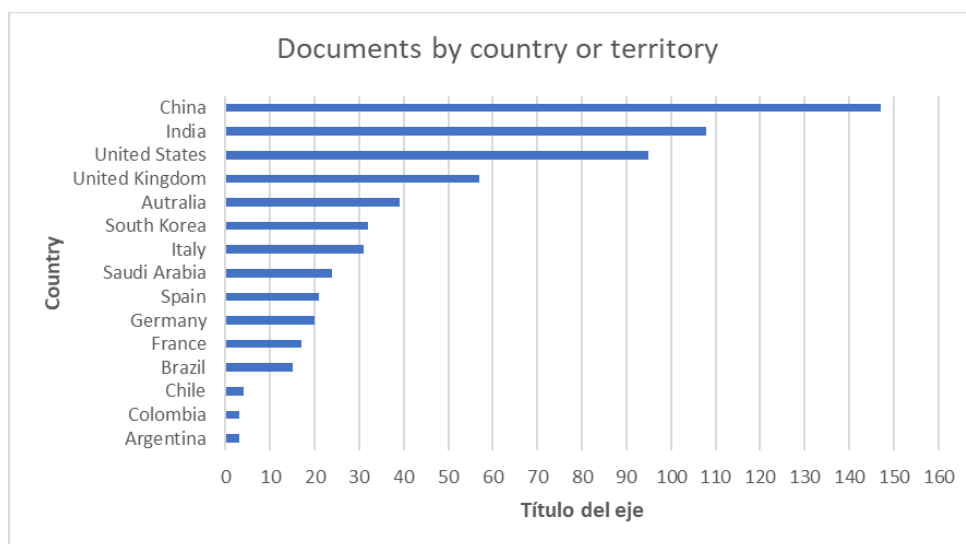


Nota: Tomado de la base de datos Scopus

Se resalta la cantidad de publicaciones y artículos generando un auge muy pronunciado desde el año 2020 y su crecimiento exponencial hasta la actualidad como lo muestra en la figura 2, su gran mayoría se da en el año 2022 (39.58%) superando a este punto la cantidad del año pasado y considerando que aún faltan más de tres meses para culminarse el año. Esto confirma la innovación existente y crecimiento constante en los temas de la nueva industria 4.0, el internet de las cosas (IoT), la tecnología Blockchain y la seguridad de los datos, demostrando que es importante implementar en las industrias para la mejora y optimización en los procesos, mejor seguridad de los datos y confiabilidad para la comunidad y clientela. En base a los resultados que se dan se encuentra un auge, un crecimiento de forma exponencial de la cantidad de documentos publicados, indicando previamente un campo de investigación que toma fuerza para ser explotado y aprovechado al máximo obteniendo frutos en implementaciones comerciales, empresariales y nivel social.

Figura 3.

Documentos por país o territorio



Nota: Tomado de la base de datos Scopus

Tomando ahora un punto de vista de los países que han profundizado sus investigaciones en estos temas podemos observar en la figura 3 un liderazgo en la cantidad de documentos publicados en la ciudad de China con 147 documentos (abarcando un 25.3% de la totalidad de los documentos acerca de la tecnología Blockchain) siendo los punteros de la lista demostrando ser una potencia mundial en innovación e implementación de dichas tecnologías. El siguiente en la lista de países con más investigaciones de este tema tan importantes es India con un total de 108 documentos publicados (siendo alrededor de 18.58% de la totalidad de documentos) y mostrando cómo la investigación en los sistemas de información, la computación y la informática han sido clave para surgir como país.

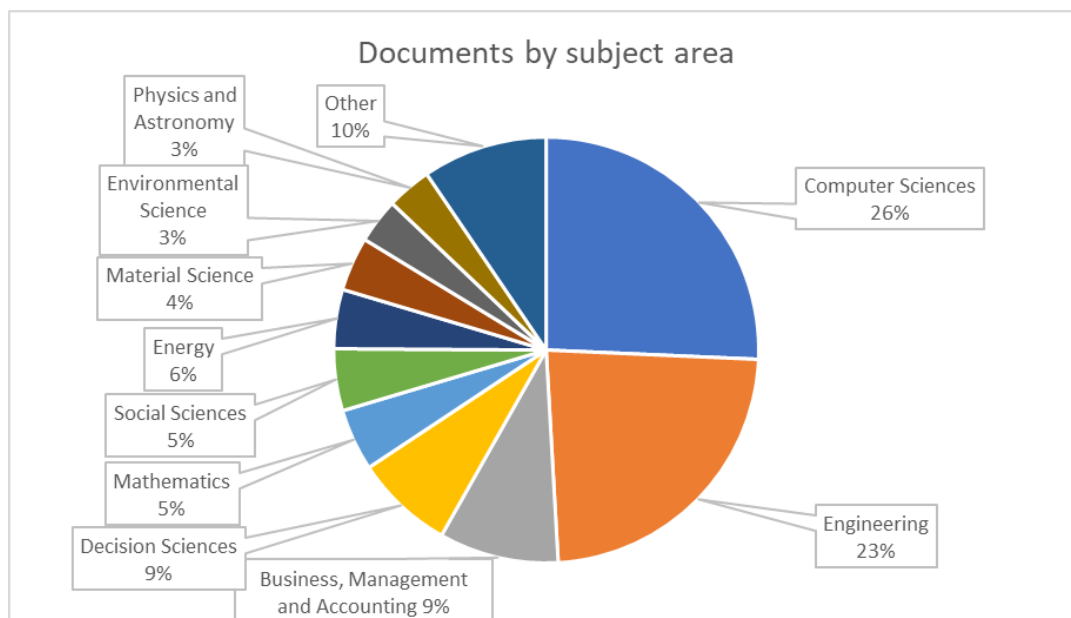
Posteriormente podemos observar los siguientes en la lista que son Estados Unidos y el Reino Unido con 95 y 57 documentos publicados respectivamente (16.35% y 9.81% respectivamente de la totalidad de documentos) donde Estados Unidos siendo una potencia mundial en las industrias ya se encuentra innovando para asegurar y optimizar su manufactura y la seguridad en sus datos y las redes sociales, aunque para ser potencia aún le hace falta por invertir en dichas investigaciones referentes al Blockchain en cuanto a la seguridad financiera y activos digitales a comparación de la India y China, de igual forma ya en el cuarto puesto podemos encontrar la participación europea por parte del Reino Unido en la incursión de estos tema de ciberseguridad y Blockchain, más abajo encontramos a Italia, España y Alemania los cuales se encuentran en séptimo, noveno y décimo puestos con 31, 21 y 20 documentos publicados respectivamente.

Por parte de Latinoamérica se encuentra países como Brasil siendo el más participativo en la investigación con 15 documentos publicados (siendo el 2.58% de la totalidad de documentos) seguido por Chile, Argentina y Colombia, los cuales han sido 4

publicaciones por parte de Chile y 3 publicaciones por parte de Argentina y Colombia. Partiendo de la necesidad por parte de todos estos países, algunos en proceso de desarrollo y otros ya más desarrollados aún, de adoptar entre sus industrias todas estas tecnologías para mejorar y desarrollarse mejor como país en sí.

Figura 4.

Documentos según área de estudio



Nota: Tomado de base de datos Scopus

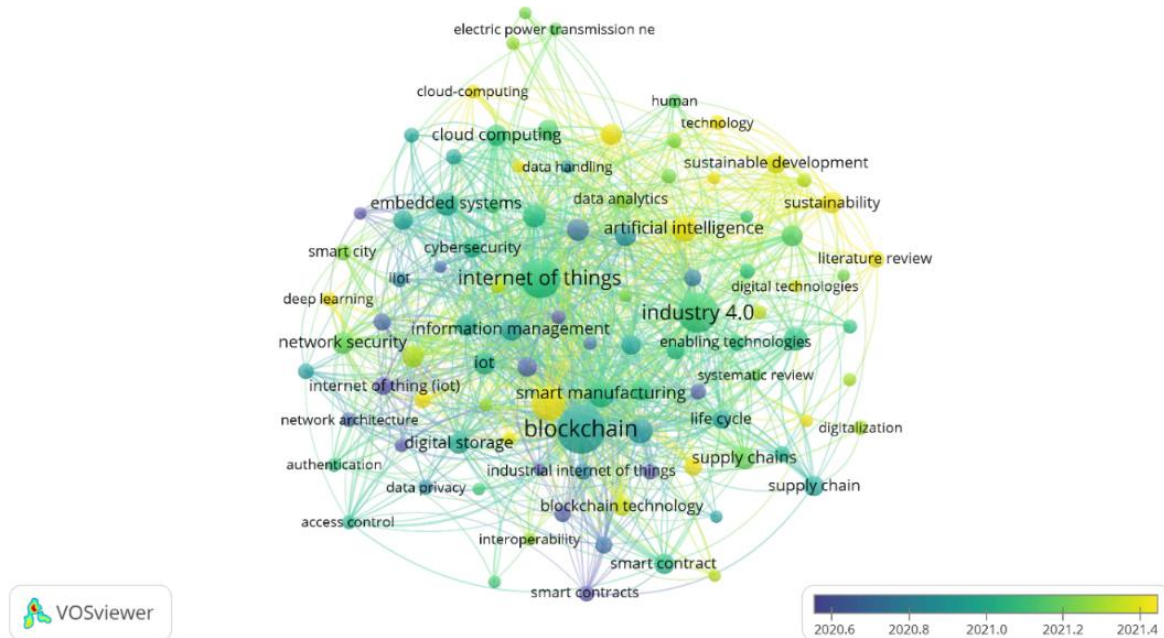
Considerando las áreas académicas de estudio relacionadas en la aplicación de esta investigación sobresalen dos predominantes áreas las cuales son Ciencias de la computación e Ingeniería tomando alrededor del 49.1% de todos los documentos, es decir, estas dos áreas son la base fundamental de la tecnología Blockchain, la ingeniería de los datos y la industria 4.0. como lo muestra la figura 4. Sin embargo, hay una gran variedad de áreas académicas involucradas como lo son la administración de los negocios, Ciencias de la Decisión o Toma

de Decisiones y las matemáticas siendo como base de todas y las principales mencionadas anteriormente.

Además, se utilizó el software VOSviewer el cual permite visualizar redes bibliométricas a partir de los metadatos que se ingresan y de los nodos que se forman (Van & Waltman, 2011), para construir la figura 5 que comprende una red bibliográfica que construye el basándose en la coocurrencia de palabras clave entre los artículos encontrados de la búsqueda. Este gráfico crea una jerarquía en las palabras con mayor coocurrencia entre los documentos, se toma un mínimo de coocurrencia de 10 veces o más por artículo logrando resaltar la de más fortaleza y abarcar un considerable número de términos clave y relevantes entre los documentos. De esta forma el software además hace una discriminación por colores de los términos según su año de publicación, siendo los de color amarillos los más recientes en este grupo de artículos relacionados.

Figura 5.

Mapa de correlación de palabras clave.



Nota: Tomado del software VosViewer

Al tomar alternancia en la ecuación de búsqueda en aras de abarcar la mayor cantidad de documentos con variedad de aplicaciones y no regirse por las más comunes encontradas se hace un banco de palabras clave para posteriormente usar una polinización cruzada y obtener buenas combinaciones de posibilidades en la búsqueda de los diferentes artículos a revisar. Lo anterior se realiza a partir de la exploración de los nodos palabras clave arrojados por el software VOSviewer. Así, se encuentran las palabras a combinar junto con la palabra “Blockchain” con los respectivos conectores fueron “Cryptocurrency”, “Finance”, “Technology” y “economics”, también la variación con el país se agrega “Colombia” como parte de la investigación y “Global Economics”. Además, la combinación de lo mencionado anteriormente se estableció como las categorías a analizar para extraer los documentos

(Montoya, 2005) más relevantes de acuerdo con su amplio contenido respecto a las aplicaciones de la tecnología en la industria y por citaciones; por título, resumen y conclusiones revisadas, esto como criterios de selección (Carvajal, 2019). En consecuencia, se seleccionaron de cada categoría los artículos representativos.

Tabla 6.

Selección de artículos de cada categoría establecida

Palabras clave	Registros encontrados	Tipo de artículo (revisión)	Fuente y tipo de revistas encontradas	Artículos seleccionados en la búsqueda
Blockchain y criptomoneda	199	66	58	2
Blockchain y la industria	212	64	54	2
Blockchain o la cadena de bloques y las finanzas, economía	125	31	24	4
Blockchain o la cadena de bloques en Colombia y el mundo	32	4	4	2
Blockchain o la cadena de bloques en la tecnología	244	74	54	2
Total	812	239	194	12

Una preliminar incursión arroja un total de 812 publicaciones (estos resultados por categoría no están filtrados por duplicados y corresponden a lo encontrado por categoría de los registros extraídos de Scopus), mostrando cómo afecta la búsqueda cada palabra combinada, basado en esto se realiza la Tabla 7 la cual muestra el número de documentos recuperados al realizar las consultas por separado. Reuniendo la cantidad de documentos y separándolos, dependiendo de del tipo de artículo, fuente y palabras claves usadas. Posteriormente se hace la selección exhaustiva de los documentos más sobresalientes y mejor correlacionados con la categoría como se mencionó anteriormente, para poder sintetizar la información más relevante, evitando documento repetidos, duplicados o similares. El número final de esta selección arroja una cantidad de 12 artículos bien relacionados y arraigados a los objetivos planteados los cuales se presentan en la tabla 8.

Tabla 7.

Cuadro de Artículos seleccionados por la búsqueda y sus autores

Ítem	Autor y año	Publicación
1	Ghosh, Gupta, Dua y Kumar (2020)	Security of cryptocurrencies in blockchain technology: state-of-art, challenges and future prospects.
2	Hashemi, Nishikawa y Dandapani (2019)	Cryptocurrency, a successful application of blockchain technology.
3	Chang, Baudier, Zhang, Xu, Zhang y Arami (2020)	How Blockchain can impact financial services – the overview, challenges, and recommendations from expert reviewees.
4	Suman, Khan, Javaid, Haleem y Singh (2021)	Blockchain technology applications for Industry 4.0: A literature-based review.

5	Chen y Bellavitis (2020)	Blockchain disruption and decentralized finance: the rise of decentralized business models
6	Chen, Xu & Kou (2019)	A systematic review of blockchain
7	Cocco, Pinna y Marchesi (2017)	Banking on blockchain: costs savings thanks to the blockchain technology
8	Hassani, Huang, Silva (2018)	Banking with blockchained big data.
9	Andreeva, Vovchenko, Orobinskiy y Filippov (2017)	Competitive advantages of financial transactions on the basis of the blockchain technology in digital economy
10	Herazo et al., (2022)	Desafíos para la implementación de blockchain en Colombia
11	Colciencias, ViveLabBogotá y Universidad Nacional de Colombia (2018)	Desarrollar e implementar un proyecto de investigación aplicada basado en la tecnología Blockchain para la generación de un prototipo de registro de tierras a partir de un proceso de transferencia tecnológica y de conocimiento
12	Treiblmaier y Sillaber (2021)	The impacto f blockchain on e-commerce: A framework for salient research topics

6.3. Puntos de Vista encontrados

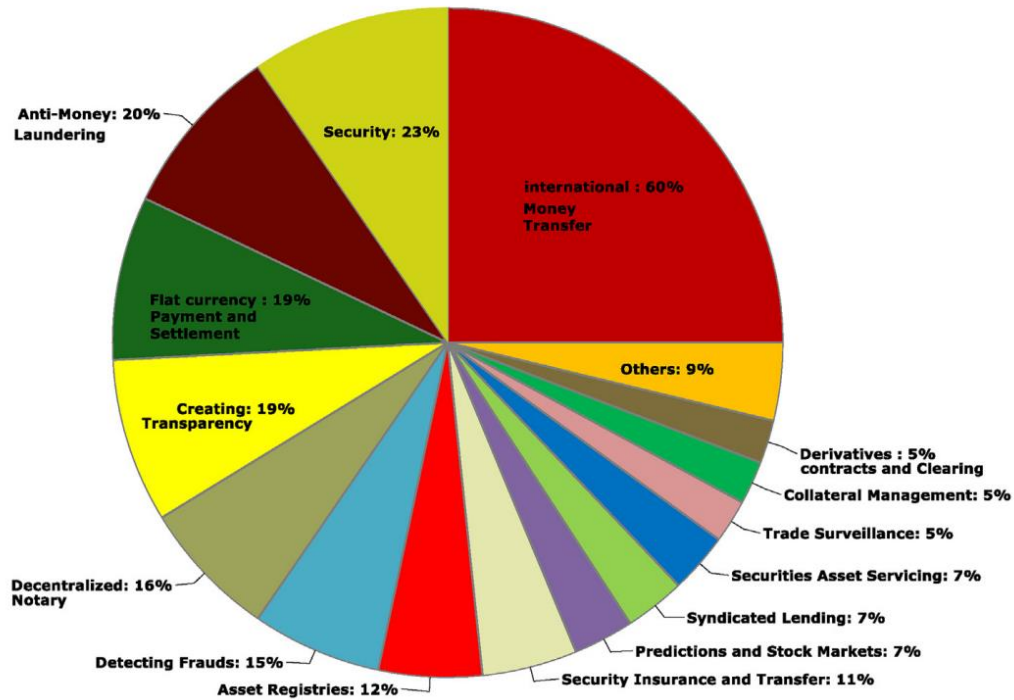
Para Ghosh, Gupta, Duaa, & Kumar (2020) la tecnología blockchain está siendo valorada y recomendada debido a su naturaleza en sus transacciones, que es conservar el acceso restringido a miembros pertenecientes a la red y a su vez generar bloques que no se pueden alterar gracias a su estructura descentralizada. Sin embargo, en un comienzo se tenía la estigmatización de limitarse únicamente a Bitcoin, las criptomonedas, que en su momento

fue desprestigiado por la cantidad de fraudes que se hacían por medio de esta moneda digital. No obstante esta estigmatización se ha borrado gracias a que blockchain ha ido revelando sus capacidades para convertir el mundo de las transacciones en un ecosistema de seguridad y confianza para toda una red, que se rige por medio de consensos de toda la red y que no omite a ninguno en la visibilidad de cada transacción, eliminando transacciones bajo cuerda, pero no se conforma con estas grandes características, al verse desarrolladas permite aplicarse a la tecnología, entre las implementaciones se encuentra el Internet de las cosas, la gestión de la cadena de suministro, almacenamiento en la nube descentralizado, atención médica, propiedad intelectual y distribución de derechos. Esta tecnología puede parecer un proceso sencillo, pero en su fondo acarrea complejidades que involucran a toda la comunidad informática, como criptografía y las estructuras de los datos que se combinan con términos financieros como lo son los libros de contabilidad.

Para profundizar más en la composición de cada bloque se divide en encabezado y el cuerpo, en su encabezado divide en 6 partes o atributos, como lo es la **versión del bloque** que denota el conjunto de protocolos a obedecer, **el Hash de raíz de árbol de Merkle**, que es el valor del hash para todo el bloque. Este árbol combina los valores hash de las transacciones juntas hasta lograr un valor hash, método efectivo para encapsular y autenticar las transacciones del bloque. **Marca de tiempo** que representa la hora actual en segundos desde el 1° de enero de 1970. **nBits** es el umbral objetivo del valor hash en un bloque auténtico, **Nonce** comienza con un 0 y se incrementa cada cálculo de valor hash. **Hash de bloque principal** este valor hash de tamaño 256 bits que indica en el bloque anterior.

Figura 6.

Varias aplicaciones financieras de blockchain en todo el mundo en 2016



Nota: Tomado de “Journal of Network and Computer Applications” (Ghosh, Gupta, Duaa, & Kumar, 2020)

Ya en el cuerpo del bloque se compone de el contador de transacciones y transacciones a guardar, el tamaño de la transacción y del bloque determina el mayor valor a estar presentes en dicho bloque. **Contador de transacciones** almacena el número, si las hay. **Transacción** hace referencia al registro de transmisión entre entidades. Generalmente cada transacción típica es compuesta por varios atributos como lo es el *importe*, que es el valor para transferir, las *entradas*, valores del activo digital a transmitirse, todos los activos se reconocen exclusivamente, las *salidas*, guardan los detalles de las cuentas como destinatario del valor, y la identidad única del destinatario junto a ciertas reglas por cumplir para recibir

el valor relacionado. Y finalmente la ***ID de transacción o Hash***, cada una de las transacciones contiene un valor exclusivo para su identificación. Es esencial autenticarlas para la firma digital que se basa en criptografía de clave pública.

Como lo muestra la figura anterior Blockchain no solo consiste en las criptomonedas también hay varios campos de aplicación de esta tecnología, incluyen Internet de las cosas, administración de la cadena de suministro, distribución de diferentes agencias, almacenamiento descentralizado en la nube, Servicios de la salud, propiedad intelectual y desde hace un tiempo varios dominios han optado por la cadena de bloques a un ritmo muy alto, ha surgido varias aplicaciones, transformando la banca y servicios económicos

Todas estas partes de las cadenas de bloques se dan por medio de los lenguajes de programación como Solidity y Serpent, los cuales existieron y por medio de estos se pudieron diseñar contratos inteligentes que se ejecutan en las cadenas de bloques. Esto dio paso a criptomonedas nuevas con contratos inteligentes ya implementados en sí. Esto abre campo a enfocarse no en las criptomonedas sino al contrario en su forma de almacenamiento de la información y su seguridad al ejecutarse por medio de sus mecanismos propios.

Hashemi Joo, Nishikawa, & Danpani (2019) comentan en su estudio a la criptomoneda como la primera aplicación exitosa por blockchain que sirve de sustento principal a nivel global de transferencias de dinero o activos. Esta innovación puede cambiar al mundo por su sencillez, rapidez y rentabilidad, esto se logra adaptando al ecosistema a la confianza que obtienen un número cada vez más alto de casos de éxito en la implementación y la hace revolucionaria con transparencia, precisión eficiente en velocidad y costo.

Por otro lado, al tomarlo hacia otros sectores industriales se da un impacto en la industria financiera y se enfrentan a retos éticos con esta tecnología, la escalabilidad, seguridad, fuga en la privacidad y el consumo de energía. En la escalabilidad Visa puede

generar casi 24.000 transacciones por segundo, PayPal gestiona 193 y Ethereum y Bitcoin solo pueden gestionar 20 transacciones por segundo. Significa que es un reto para enfrentar para poder cumplir con dicho requisito en corto tiempo. Por el lado de la seguridad puede darse la posibilidad de que haya mineros “egocéntricos” que podrían generar un ataque consensado y cómo no hay regulación al ser descentralizada convierte en casi imposible deshacer esta transacción.

En la privacidad puede tomar varios rumbos para evitar una fuga de información y las transacciones por qué se puede dar la oportunidad de que la información de los integrantes y sus movimientos se den a ver al público, esto involucra seguridad por parte de la información que se maneja de los usuarios y así poder evitar que se dé el anonimato en estas situaciones.

En el consumo de energía se ve reflejado en el costo de ejecución y almacenamiento de Big Data pueden ser más altos que los del almacenamiento, con el pasar de los tiempos por las transferencias que se efectúan con dinero electrónico que se ha visto evidenciado con el nivel de electricidad que consume el Bitcoin con el ejemplo de que la energía que consume una sola transacción de Bitcoin necesita Tera vatios por hora. (Chang , Baudier, Zhang, & Xu, 2020).

6.3.1. Análisis de Implementaciones Actuales y Posibles Campos de la industria a desempeñar

Cada uno de los componentes de la cadena de suministro es un eslabón que va dándole fuerza y solidez a cada empresa, al producto y su calidad. Esta fuerza y solidez depende la confiabilidad en la sincronización que se tiene con cada eslabón y esta confianza se logra con la información suministrada, veracidad, autenticidad y seguridad en la información. Es donde

el blockchain aprovecha sus ventajas para la mejora de la gestión de confianza de la cadena de suministro inteligente, logrando la interacción confiable para las entidades de la cadena de suministro de dos formas confianza en el sujeto y confianza en la transacción

En la industria de carbón que hay en China se hace uso de una plataforma llamada Bright Coal Platform, que al ser integrada con tecnología IoT, Blockchain y Big Data para el control de riesgos ofrecen diferentes tipos de servicios, de producción y operaciones de carbón, servicios técnicos y profesionales, transaccionales, financieros e integración de tecnología en la información.

Según Wu & Zhang (2022), esta plataforma parte a ser dirigida a empresas mineras de Coal Group en la provincia de Shaanxi en una unión universidad-empresa logra un flujo de información, capital y la logística para equipos de fabricación de carbón de forma integral. Por primer procedimiento, la cadena conecta todas las entidades financieras a través de la red blockchain y registra los activos, la división y el proceso de redención de manera completa.

Lo segundo es hacer que las transacciones en mora sean transparentes, los datos que se dan en una cadena de bloques se conforman de varios registros inalterables y rastreables por lo que se puede realizar la transferencia dividida en cuentas por cobrar, contrastando los activos iniciales registrados en la cadena.

Por tercero se realiza la transmisión de crédito, la plataforma hace una verificación de autenticidad y eficacia mediante de la revisión del certificado de crédito de las cuentas por cobrar del proveedor con el objetivo de obtener una introducción del crédito de la empresa principal a los proveedores de varios niveles.

El cuarto paso de la plataforma es reducir los costos de financiamiento, cooperando con las instituciones financieras para que la asignación de capital de forma eficiente reduciendo los costos y garantizando la flexibilidad en la asignación de recursos financieros.

Esta plataforma se divide en dos sectores o clústeres: uno global (Kubernetes Engine, KE) y uno empresarial (Blockchain as a Service, BaaS), ambos bajo la misma red interna y la plataforma KE administra y controla la plataforma BaaS. La plataforma ha integrado más de 1000 empresas. Esta plataforma quiere lograr la construcción de una plataforma de servicio de almacenamiento conjunto para equipos y materiales de minas de carbón para integrar los recursos tanto río arriba como río debajo de la cadena de suministro en la industria del carbón mediante métodos intensivos basados en la internet como lo es mecanismos de consenso, firmas digitales, registro y autenticación digital, evidencia electrónica, adjudicación, notarización, almacenamiento de datos de múltiples fuentes y la ejecución de contratos inteligentes. Esta implementación de la plataforma se verá convertida en reducción de costos en un 70% ahorrando un millón de yuanes y con una proyección de reducir sus costos de instalación en el almacenamiento en un 86% y a razón de crecimiento del sistema de archivo Blockchain la información será cada vez de mejor calidad para futuras aplicaciones de aprendizaje automático. (John Wood Group PLC, 2022).

Gracias a los beneficios que surgen a flote, se sigue generando una confianza poco a poco hacia este tipo de tecnología dado que sus aplicaciones enfocadas anteriormente eran sólo en monedas digitales, el cual registraba en sus libros transacciones de manera inalterable y rastreable de estas criptomonedas. Se puede hacer uso de esas cualidades dentro de una transacción, pero llevándola a toda una cadena de suministro, en donde se busca tener un registro confiable, transparente e inalterable por parte de cada uno de los agentes que componen la cadena de suministro. Blockchain puede mejorar a gran escala las operaciones dentro de la cadena de suministro permitiendo entregas de productos de forma más rápida y rentable.

Por estos motivos en Estados Unidos se dan el avance por parte de grandes empresas reconocidas mundialmente, por ser líderes de la gestión en la cadena de suministro, (Corning, Emerson, Hayward, IBM y Mastercard, Procter & Gamble y Walmart) que operan en diversas industrias como la venta minorista, tecnologías y servicios financieros. Dejando prueba de los pilotos implementados de la tecnología blockchain, incluso avances mucho más grandes con aplicaciones gracias al uso de los sistemas de planificación de recursos empresariales, que llevan en sí grandes cantidades de transacciones complejas y con estas, buenos desafíos en flujos de información, flujos de inventario y flujos financieros para la tecnología blockchain (Gaur & Gaiha, 2020).

En el siguiente apartado se plasman casos de implementación de la tecnología blockchain ordenados por el tipo de aplicación implementada en empresas destacadas a nivel mundial

6.4. Posibles Falencias encontradas por la tecnología

Son muchas las aplicaciones en las que la tecnología blockchain de la actualidad puede verse involucrada para aumentar eficiencias, reducir costos y mejorar la calidad de los procesos como lo demuestra el cuadro anterior y en vista que aún hay incertidumbre en el uso de este tipo de tecnología con su actuar de forma descentralizada e inmutable, es bastante versátil como logra adaptarse a los procesos sin discriminar tipo de industria a la cual se implementa. IBM es todo un pionero en lanzar sus laboratorios de blockchain para dar soluciones a sus aliados empresariales y conseguir socios estratégicos que ningún otro mercado ha acaparado a tal magnitud. Es la industria de los automóviles donde se ha

evidenciado a mayor escala toda esta implementación sobrellevando consigo grandes desafíos y obteniendo muy buenos resultados con esta.

Con servicios de movilidad innovadores, trazabilidad de la cadena de suministro y transacciones financieras confiables son los objetivos por seguir por parte de estas industrias. Cada parte del ecosistema automotriz se basan en una red de transacciones y conocimiento que comienza mucho antes de empezar a fabricar un vehículo. Esta red va en crecimiento desde el soporte para el hardware y servicios de evolución, hasta conocer la procedencia, ubicación de piezas defectuosas o falsificadas, cantidad de datos que todos los actores de la industria deben rastrear, es ahí donde IBM Blockchain brinda eficiencia, transparencia y confianza en un registro compartido y autorizado de propiedad, ubicación y movimiento de piezas o bienes.

En general, Chen, Xu & Kou (2019) advierten que para el uso eficiente y que genere buenos resultados del blockchain es necesario que se tengan en cuentas aspectos relacionados con liquidez, financiación colectiva, capacidad para almacenamiento y ejecución de operaciones para intercambio de datos, capacidad para gestionar las cadenas de suministro y desarrollar operaciones de comercio inteligente.

Estos son algunos de los desafíos a los que la industria automotriz se ha enfrentado y sus resultados:

6.4.1. Desafíos

Cada vehículo actualmente no está compuesto solo para el transporte, también contienen plataformas de software complejas y en red sobre ruedas, cada día necesitan incorporar servicios de movilidad seguros y fluidos, manejo de micro pagos entre otras.

Combatir las piezas falsificadas y retirar las defectuosas es donde la trazabilidad se convierte en pieza clave, esto da confiabilidad y seguridad donde los fabricantes pueden rastrear el vehículo

La financiación y la compra, la gestión de cartas de crédito y los seguros, junto a cada paso de la cadena de suministro está respaldada por pagos. La trazabilidad y transparencia hacen un entorno perfecto para seguimiento de transacciones que impulsan compras, arreglos en los envíos y millones de micro pagos en servicios de movilidad. Los contratos inteligentes hechos con blockchain van mucho más allá del seguimiento y la visibilidad para incluir fondos liberados solo en una entrega satisfactoria.

6.4.2. Resultados

IBM anuncia asociación con ZF y UBS Bank para un servicio de monedero electrónico para automóviles compuesto por blockchain y respaldado por IBM Cloud. Permite micro pagos sin efectivo en peajes, carga eléctrica, estacionamiento, tarifas de congestión e incluso pagos entre vehículos. Incluso un habilita el auto como un punto seguro para paquetes con acceso autorizado a su maletero.

Boeing está implementando junto con IBM Blockchain lograr que su cadena de suministro sea accesible para sus proveedores, propietarios y técnicos de sus aeronaves. En el caso de la seguridad en sus componentes el mismo tipo de tecnología permite localizar donde se encuentran las piezas.

Mahindra al ser una federación de empresas diversa, sus necesidades de financiación de la cadena de suministro necesitan ser de la misma forma. Junto con IBM crea una plataforma de cadena de bloques común para las transacciones de proveedor a fabricante,

permitiendo visibilidad de la transacción en tiempo real y comunicaciones simplificadas y confiables en todo su ecosistema empresarial.

Aparte de los desafíos y resultados logrados a través del tiempo con la tecnología blockchain, aún enfrenta una serie de retos de implementación importantes debido a su reciente auge y poca maduración que se da por el escepticismo y la falta de condiciones para que esta tecnología esté implementada con todas sus necesidades, como lo es una estabilidad en la red, adaptación a las redes transaccionales heredadas las cuales estaban acostumbradas a un mayor flujo de transacciones. Visa es capaz de procesar alrededor de 2000 transacciones por segundo a comparación de Bitcoin o Ethereum que apenas llegan a 7 y 30 transacciones por segundo respectivamente.

Se avecinan algunas soluciones interesantes para abordar el problema de la escalabilidad. Por ejemplo, la Lightning Network, que consiste en añadir una segunda capa a la red principal de blockchain para facilitar transacciones más rápidas. Otra solución interesante es la fragmentación (sharding), que agrupa subconjuntos de nodos en redes más pequeñas o "fragmentos", que son responsables de las transacciones específicas de su fragmento. Cuando se ofrece junto con el mecanismo de consenso proof-of-stake, tiene el potencial de ampliar la aplicación.

Con tantas redes diferentes, el espacio blockchain se encuentra en un “estado de desorganización” debido a la falta de normas universales que permitan a las diferentes redes comunicarse entre sí. La falta de uniformidad entre los protocolos de las cadenas de bloques también resta coherencia a procesos básicos como la seguridad, lo que hace que la adopción masiva sea una tarea casi imposible. Recientemente se encuentran en estudios nuevas soluciones que permiten a los sistemas heredados conectarse a un back-end de blockchain el

cual resulta ser diseñado para ayudar a encajar la información dentro de la tecnología como lo es Modex Blockchain Database.

7. Adaptación a un Entorno Nacional

Según Espinoza, Osorio Cruz, Caballero Martinez, & Villamil Velazquez (2022) para la implementación de una gobernanza basado en cadena de bloques, aunque aún está en desarrollo, se pueden partir de diferentes niveles de descentralización, definir los requisitos para el funcionamiento del sistema y determinar los atributos deseados, definir la red de la cadena de bloques y establecer cuáles serán los incentivos para lograr el consenso de las partes pertenecientes a la red, los cuales serán nodos para que esta funcione.

Por medio de un proceso de transparencia se garantiza la confianza que se respalda en un algoritmo de toma de decisiones de forma colectiva al interior de la red. Generar una rendición de cuentas por canales institucionales para la mitigación del abuso del poder por ciertos nodos dentro de la red. Cada una de estas etapas son fundamentales a la hora de tener una red de cadena de bloques y más si se encuentra enfocada a una gobernanza con un país que se encuentra en desarrollo aún y que sufre aún de falencias en malversación de fondos, corrupción en contratos y falta de inversión en la investigación de este tipo de proyectos, pero que sin embargo se ha tocado el tema acerca de este por parte del ministerio de las tecnología, información y comunicaciones (MinTIC).

Al querer desarrollar un proyecto de esta tecnología de bloques en el sector público, demanda revisar en detalle todos los requerimientos y el uso que tendría la base de datos distribuida, es decir puede haber diferentes requerimientos que dependen de la infraestructura y que necesitan mayor cuidado o al contrario ser un factor relevante.

Así mismo se necesita considerar las aplicaciones a las que se puede vincular la cadena de bloques y qué requerimientos legales tendrá que cumplir, ya que las entidades del estado son obligadas a cumplir la norma colombiana donde hay protección a los datos personales de todo un país, la interoperabilidad y la seguridad de la información. Por ende, una buena estrategia de cumplimiento normativo considera que la ubicación y el almacenamiento de datos, nodos y usuarios, deben ser tomados en cuenta (Holbrook, 2020).

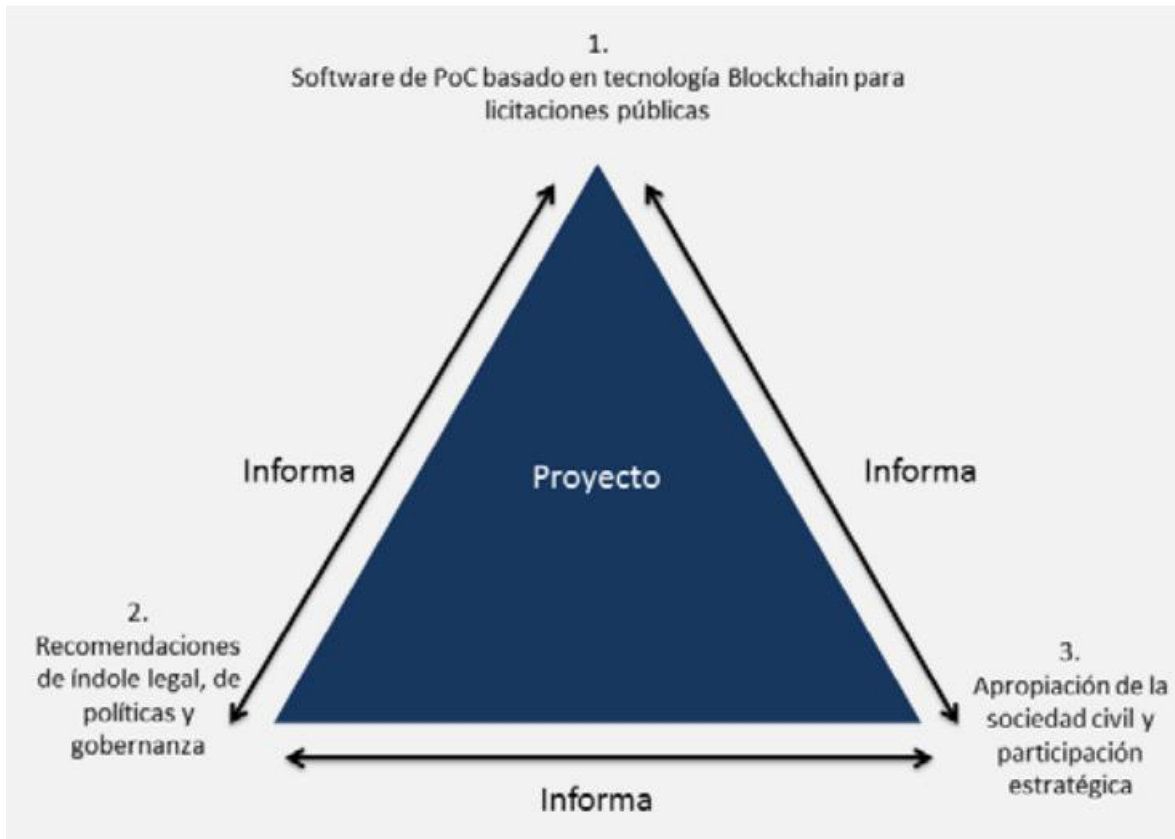
Para impulsar diferentes proyectos de la tecnología de cadenas de bloques, el gobierno requiere desarrollo de capacidades y generación de recursos enfocados a promover este tipo de proyectos, sin embargo, hay algunos indicios que se han presentado para la formación y el desarrollo de esta como lo es el caso de Red UxTIC la cual ha ido implementando junto con las universidades un grupo de trabajo con el propósito de mejorar la transferencia de conocimientos de la academia. Se da una participación inicial de 12 universidades para un levantamiento de proyectos de la academia o relacionados con sectores público-privados, arrojando más de 20 proyectos de investigación con universidades o empresas nacionales y extranjeras.

Por otra parte, está el ejemplo de la Universidad Jorge Tadeo Lozano la cual incursiona como pionera en ofrecer la asignatura Blockchain en su carrera de Ingeniería de Sistemas a partir del 2018, empezaron siendo abiertas al público interesado en el tema con el objetivo de involucrar a distintos ponentes que hacen parte de comunidades blockchain.

El estado por medio del SENA Innova lanza una convocatoria para el 2020 donde se respalden desarrollos de aplicaciones para empresas, con la posibilidad de presentar diferentes tipos de proyectos, que ayude a renovar la oferta en las empresas con nuevos productos, servicios o la mejora de los actuales. Su objeto es cofinanciar materiales, personal, servicios tecnológicos o alquiler de equipos especializados.

Así mismo hay diferentes casos de las universidades y entidades educativas incluyendo entre sus programas de estudio diferentes cursos, diplomados, capacitaciones o materias a cursar referentes con la tecnología de cadenas de bloques, como lo es la Fundación Universitaria Andina con su diplomado *blockchain, fundamentos de una tecnología disruptiva*, La Cámara de Comercio de Bogotá ofrece un seminario virtual que acerca a nuevas tecnologías de la Cuarta revolución industrial C4RI, la Universidad Nacional de Colombia ha desarrollado cursos como *Tecnología blockchain y aspectos económicos* y *Blockchain-Creación de contratos inteligentes*, la Universidad de los Andes desde su facultad de economía ofrece el curso *Blockchain: más allá del Bitcoin*, con enfoque a encriptación de datos por medio de sistemas no centralizados y *Blockchain eX Innovation Center* que busca acelerar y facilitar la adopción de tecnologías, creando nuevas iniciativas junto al sector público, la academia y la sociedad en general teniendo como pilares la Innovación, transformación empresarial, transformación exponencial y el Journey 4.0 de la cuarta revolución industrial.

Abordando ahora un entorno más político, se ha aplicado un proyecto piloto en conjunto con varios sectores a nivel internacional siendo caso de éxito en el Foro Económico Mundial donde la tecnología blockchain se postula como solución efectiva contra la corrupción (Wolf, y otros, 2020) como lo es en los procesos de licitación en un trabajo en conjunto con la Procuraduría General de la Nación. La cual junto con el Banco Interamericano de Desarrollo lidera un equipo a investigar posibles usos de la cadena de bloques para procesos del gobierno que sean susceptibles de corrupción. Con tres componentes principales como lo es el software de PoC (Prueba de Concepto) basado en la cadena de bloques para licitaciones, recomendaciones de índole legal, de políticas y de gobernanzas como lo muestra la figura a continuación.

Figura 7.*Enfoque del proyecto*

Nota: Gráfico tomado del Foro Económico Mundial, (Wolf, y otros, 2020)

Otro proyecto es el realizado entre abril y agosto de 2018 liderado por la Universidad Nacional de Colombia, con el apoyo de Colciencias, el Ministerio de las Tecnologías de la Información (MinTIC) y las Comunicaciones y la Agencia Nacional de Tierras (ANT), crean un prototipo de almacenamiento encriptado de documentación y soporte en el proceso de adjudicación de predios de restitución, reduciendo riesgos de manipulación, ajustes no consensuados u omisión de resoluciones por parte de la Agencia, siendo el primer avistamiento de blockchain en política pública nacional.

8. Blockchain aplicado en las industrias

Se presenta el consolidado de aplicaciones por industrias según las empresas involucradas en la solución tecnológica aplicada con la tecnología blockchain, ya sea industria manufacturera, médica, financiera o tecnológica. Lo anterior, en el cuadro de Innovación y evidencia de la tecnología blockchain aplicado en las industrias (ver tabla 8).

Tabla 8.

Cuadro comparativo de las aplicaciones en la industria e implementaciones realizadas en diferentes Empresas reconocidas

Aplicaciones Industria/Área	Empresa	Tipo de Implementación	Resultados obtenidos
Manufactura- Tecnológica/Cadena de suministro	Renault	Creación de la plataforma XCEED creada por la unión que se da con IBM donde se desarrolla una solución por medio del uso de IBM Blockchain y Hyperledger Fabric. Logrando el eXtended Compliance End-to-End Distributed de ahí sus siglas en inglés (XCEED). Esta unión se da debido a nuevas	Se probó el proyecto en la planta Douai donde la plataforma archivó más de un millón de documentos a 500 transacciones por segundo. Demostrando valor para implementarlo como una solución XCEED compartiendo información de cumplimiento a través de una red confiable. Elimina el tiempo de papeleo y las discrepancias que antes

		<p>regulaciones más implicaban horas de estrictas y con tiempos investigación, ahora se de respuesta más cortos y enfocan en otras tareas con donde su vicepresidente transparencia y mejor de proyectos reconoce reactividad para sus que el uso de blockchain productos y clientes. es su cadena de Trayendo consigo asocio suministro puede brindar con Faurecia, Simoldes, cumplimiento con Knauf Industries y tecnología distribuida e Coskunoz, empresas información rastreable dedicadas a industria entre usuarios automotriz y de autopartes manteniendo su dentro del proyecto con privacidad por medio de IBM. (International permisos controlados Busines Machines IBM para crear mayor Corporation , 2021) eficiencia.</p>	
Médica-	IBM	Creación de un programa	Se propuso dos objetivos,
Manufacturera-	KPMG	piloto	de el demostrar que el
Retail-Tecnológica /	MERCK	interoperabilidad	de blockchain puede
Cuidado de la Salud	Walmart	blockchain dentro de la	proporcionar un registro
y Ciencias de la vida		administración de	común de movimiento de
		alimentos y	productos al conectar
		medicamento de los	sistemas y organizaciones
		Estados Unidos (FDA)	dispares para cumplir con
		para la ley de seguridad	los requisitos de
		en la cadena de	interoperabilidad de
		suministro de	DSCSA 2023 de forma
		Medicamentos	segura, y como segundo
		(DSCSA). Debido al	objetivo mejorar la
		incremento de	seguridad de los pacientes

estadounidenses activando las alertas de los envejeciendo y con la productos y aumentando la necesidad de ser visibilidad para posibles recetas para diferentes socios potenciales de la dolencias y condiciones cadena de suministro en médicas se emite una ley caso de una investigación de seguridad de la o retiro de producto. Al DSCSA con proyección concluir el desarrollo de 10 años para permitir técnico se aprueba la que socios comerciales solución donde se mejoren la seguridad del efectuaros escenarios de paciente construyendo prueba definidos un sistema interoperable asociados con los donde los miembros de la objetivos de sintetizar los cadena de suministro resultados finales. Se farmacéutico aporten en demostró que la la mejora de la seguridad procedencia del fármaco del paciente verificando se captura con precisión y rastreando los mediante el registro de las medicamentos recetados acciones de envío, a medida que se recepción y dispensación distribuyen. El piloto se contra los datos diseña para generar serializados y crear un alertas rápidas a los vínculo continuo de cómo socios de la cadena en se mueve el producto, así caso de haber un retiro de mismo también demostró medicamentos con que la privacidad de los identificación granular datos se puede mantener del lote afectado dado entre los participantes de la que generalmente este red con una vista proceso se realiza de autorizada limitada.

forma manual y Demostró las alertas de fragmentado por varios productos para investigar sistemas dispares que que se reciban de forma aumentan los tiempos de rápida y oportuna por parte respuesta y cantidad de de los participantes, y ellos pacientes afectados por pueden identificar los el retiro productos sujetos a una alerta que están o han estado en su posición. El piloto también dio una funcionalidad de recuperación mejorada al alertar a los socios intermedios con el inventario afectado y pueda ser retirado, cuando antes tardaba 3 días hábiles después de haber sido identificado. Se ha reconocido que hay un valor comercial adicional asociado con la introducción de dicha trazabilidad en la cadena de suministro farmacéutica. Otra oportunidad es la logística de la cadena de frío con sensores IoT. (International Business

Machines
IBM
corporation, 2020)

Retail/Cadena de suministro	de	Walmart Canadá	Crea un sistema automatizado para administrar facturas y pagos a sus 70 transportistas de carga externos para eliminar las grandes discrepancias de datos en el proceso de facturación y pago para los transportistas, los cuales terminaban en costosos procesos de conciliación y demoras en los pagos. Walmart entrega más de 500.000 envíos al año a centros de distribución y tiendas en todo Canadá por medio de flota de transportistas terceros, esto implica diferentes fronteras, zonas horarias y climas extremos, adicionalmente necesita puntos de seguimiento, ubicaciones de parada, combustible y actualizaciones de temperatura que se deben	El análisis preliminar arrojó que la raíz del problema era el uso de múltiples sistemas de información entre Walmart y sus transportistas y no tener comunicación entre sí. Se crea una red blockchain que superara este problema y junto con DTS Labs, hacen uso de la tecnología de contabilidad distribuida para la implementación de esta solución empresarial. Una versión piloto de Walmart Canadá y Bison Transport poco después de unirse en 2019 y tiene éxito en marzo del 2021, esta es conocida como DL Freight y se extiende a otros 69 transportistas. Este sistema recopila información continuamente desde la oferta pública del transportista, entrega, hasta la aprobación del
------------------------------------	-----------	-------------------	---	--

calcular en cada factura a pagar. Según los reportes, cobrar. Esto implica más pasaron de disputar el 70% de 200 puntos de datos de las facturas a llevarlo a que se tienen en cuenta a menos del 1% de las la hora de cobrar dichas facturas con discrepancias, facturas. Estas y estas se han identificado discrepancias que se de forma rápida y con daban abarcaban un 70% solución oportuna sin de facturas con esfuerzos involucrar demoras en sus de conciliación para pagos a transportistas. pago, descuentos entre Involucraron a sus partes las partes, mayores interesadas como su aliado costos de transacción y estratégico Bison esperas en los pagos Transport, el tener una red privada que se acceda con un permiso donde se restringe a usuarios verificados y solo los implicados vean la información hace satisfacer los requisitos de seguridad de grado industrial necesitado. Esta cadena de bloques DL Freight sintetiza puntos de datos en tiempo real a lo largo de cada entrega única, contando con toda la información variable e incluyendo los costos adecuados al terreno, la

Tecnológica Propiedad intelectual	/ IPwe	<p>distancia y posibles retrasos. (Vitasek, Bayliss, Owen , & Srivastava, 2022)</p> <p>Cuando se busca proteger una idea para que no sea copiada, se crean licencias de patente o propiedad intelectual (IP) la cual era registrada por abogados, empresas, oficinas en medio de un papeleo complejo. Se crea IPwe, una plataforma de transacciones IP la cual sirve de ayuda a las empresas a ver qué IP tiene y cuál es la IP de sus competidores, muestra factores de riesgo asociados y cómo puede sacar más provecho de esta IP. Este sector necesitaba transparencia que afectaba el mercado mundial de patentes, y tenían transacciones en secreto</p>	<p>Se estimó que 1 billón de dólares en propiedad intelectual era pasado por desapercibido al nunca ser negociado debido a la gestión y evaluación de activos que esta rodea. Al hacer equipo con IBM y haciendo uso de IBM Cloud, IBM Blockchain y IA de IBM Watson, IPwe utiliza capacidades de IA para darle sentido a millones de patentes a nivel mundial con promedio mínimo de 20 páginas, al combinar el procesamiento del lenguaje natural (NLP), análisis predictivo y aprendizaje automático, IPwe puede analizar rápidamente la información de patentes y así generar resúmenes e informes para ayudar a los usuarios a encontrar</p>
--	--------	---	---

oportunidades lucrativas mientras evitan riesgos comerciales. Por medio de la inteligencia artificial y blockchain IPwe creó un registro mundial de patentes (GPR) automatizado y transparente número 1° en el mundo y conteniendo en su sistema 80% de las patentes mundiales. Esta tecnología ayuda a eliminar las barreras para comprender los aspectos críticos de la información de cada patente y el mantenimiento de registros como los contratos inteligentes para un activo subyacente. Con esta nueva plataforma IPwe continúa reduciendo costos significativamente en las transacciones para los socios de las patentes y planean avanzar en la tokenización de patentes para facilitar el intercambio negociación y

transferencia de los
contratos inteligentes

Financiera- Tecnológica Servicios financieros Bancarios	ANZ / IBM Research y	El proceso tradicional de emisión de una garantía bancaria lleva mucho tiempo, y la gestión es tediosa, esta es hecha por un banco o compañía aseguradora para certificar que se cumplirán las obligaciones del deudor. Este proceso de garantía es propenso al fraude ya que estos papeles son fáciles de falsificar, aparte del alto costo y lo difícil de monitorear los propietarios deben hacer uso de cajas fuertes, contra incendios y conciliarlas manualmente con los arrendamientos de propiedades. Para los clientes finales el proceso se torna engorroso y cada retraso es perdidas al negocio por no abrir. Actualmente 11500	En 2017 ANZ junto con la unión con IB Research buscando la digitalización de las garantías bancarias encuentran en blockchain el componente clave de la solución, la cual podría transformar el ciclo de vida de la garantía, incluida la emisión, modificaciones y cancelaciones de cualquier reclamo para todas las partes involucradas. ANZ se une a Westpac y Scentre Group Limited. Se aplicó la tecnología de contabilidad distribuida (DLT) fuerte en seguridad, transparente e inmutable de blockchain para estandarizar y administrar las garantías bancarias. En 2019 Commonwealth Bank of Australia se une a ANZ, Westpac, Scentre Group y IBM conformando el consorcio conocido como Lygon 1B
--	----------------------------------	---	---

minoristas en Australia y Nueva Zelanda confían en garantías en papel que se crean por un flujo de trabajo manual. Estos contratos debían ser cambiados con cada movimiento en las tasas y el banco emitir una nueva garantía.

Pty Ltd. Este prototipo diseñado a grado de producción para utilizar datos en vivo y crear garantías legalmente vinculantes para el arrendamiento de propiedades minoristas. Lygon también cuenta con IBM Security Services para garantizar un servicio diseñado para una alta disponibilidad y seguridad. Un inquilino puede solicitar una garantía en línea, el propietario puede establecer los términos y luego el inquilino y el banco revisan la garantía. Cuando están de acuerdo se guarda en la DLT de forma rastreable para que todos confíen, todo esto sin ningún papel involucrado y el tiempo que transcurría anteriormente para completarla era de 30 días, hoy gracias a Lygon todo es completado en menos

			de un día. (International Business Machines IBM, 2020)
Retail-Tecnológica/ Cadena de suministro	The Home Depot	En la cadena de suministro cuentan con un almacén con productos para minoristas en este caso The Home Depot. al tener varios puntos ciegos en la cadena de suministro, se da una disputa de transacción a lo largo de la cadena puede llevar meses identificar dónde se origina la discrepancia ya que no hay seguimiento en tiempo real. Estos problemas cuestan tiempo y dinero y requieren intervención de personal importante de ambas partes para resolverlo. Conocer la raíz del problema permite que el minorista y proveedor tengan flexibilidad del manejo de situaciones. Con blockchain el registro es	The Home Depot busca la ayuda de IBM Blockchain para mejorar la comunicación con sus proveedores. Con la tecnología buscan tener una visibilidad en tiempo real por si surge una variación de cualquier punto de parada en la cadena de suministro y abordarlo de forma inmediata. Los proveedores de The Home Depot se han incorporado al nuevo sistema de suministro y se han cerrado las brechas en visibilidad y comunicación, obteniendo como resultado una colaboración entre las entidades mejorando la eficiencia de los proveedores y el equipo de The Home Depot, dejando que el minorista concentre fuerzas en la experiencia

permanente e inalterable del cliente en sus tiendas.
y los proveedores Han implementado la
acceden a la información tecnología en alrededor de
necesaria sin acceder a 2.295 tiendas en Estados
información de otro Unidos, Canadá y México.
proveedor. En cada tienda lleva
alrededor de 35.000
productos. (International
Business Machines IBM ,
2021)

9. Conclusiones

Este trabajo de grado revisa un conjunto de documentos relacionados con las aplicaciones o usos de la tecnología blockchain en las diferentes industrias a partir de los registros recuperados de la base de datos Scopus, seleccionada por cobertura. Se observa que en los últimos años las investigaciones sobre blockchain tuvieron un crecimiento exponencial por los investigadores y científicos en los diferentes países, siendo China, India y EE. UU. los más sobresalientes en la publicación de artículos sobre el auge e incorporación de esta tecnología. Asimismo, las áreas donde más se ha investigado son las ciencias de la computación (26%) e ingeniería (23%) lo que sugiere un avance considerable en cuanto a uso de la tecnología en estos territorios (particularmente en China). También, se identifican palabras clave relacionadas con los estudios que indican un desarrollo en áreas relacionadas con las finanzas, la ciberseguridad, el internet de las cosas, las cadenas de suministro, la economía incluyendo economía global, la tecnología (especialmente con las criptomonedas), entre otros.

Con los datos encontrados se puede concluir que la tecnología blockchain tiene una gran adaptabilidad y alta escalabilidad en muchos sectores como cadenas de suministros, automovilístico, salud, gobernanza, fabricación entre otros, demostrando con ejemplos concretos que grandes empresas como Renault, MasterCard, Walmart han implementado con éxito dentro de sus procesos.

Los resultados respecto a los desafíos presentes con el uso de las tecnologías blockchain en las industrias sugieren que aspectos relacionados con la capacidad de financiamiento colectivo, de disponer de liquidez, de almacenamiento y manejo de grandes cantidades de datos que sean flexibles en cuanto a integración entre organizaciones, entre otros son los más relevantes. Cabe resaltar particularmente el subcampo de investigación “cross-chain technology” un tema que representa un problema actual, pero a la vez una salida para el intercambio de datos entre diferentes sistemas blockchain; asimismo, otro de los desafíos frecuentemente mencionados se relaciona con el campo de la aplicación del blockchain y las criptomonedas (ya que comúnmente se asocian), en especial porque esta última tecnología recientemente ha sido estigmatizada de forma negativa, por lo que traslada esa desconfianza hacia el blockchain.

Se encuentra que la industria tecnológica en la que se encuentran empresas como IBM está estrechamente relacionada con las demás industrias cuando estas aplican la tecnología blockchain en sus operaciones. De esta forma, se convierten en proveedoras, integradoras o aliadas de Blockchain en las áreas organizacionales que involucren el manejo de datos como, se observaron distintas aplicaciones desarrolladas en conjunto por varias empresas de diferentes industrias con la industria tecnológica.

Se encuentra un amplio uso de esta tecnología en varias industrias y representa mayor aplicación en áreas relacionadas con las finanzas y la seguridad en el manejo de datos,

específicamente en temas de transferencias, seguridad, lavado de dinero, mercados fiduciarios, transparencia en el manejo de datos, detección de fraudes, trazabilidad, predicciones y mercado de valores, entre otros. Además, estas aplicaciones se asocian a las ventajas que representa la tecnología en términos de privacidad, descentralización de la información o datos, auditabilidad de las transacciones desarrolladas y la persistencia que se relaciona con la rapidez y continuidad en las transacciones que no permite el desarrollo de las ilegítimas.

10. Recomendaciones

- Mayor incentivo y normativa por el estado para impulsar proyectos basados en tecnología blockchain.
- Sistema de trazabilidad basado en blockchain para poder tener un registro único y accesible de los agentes del sector salud y de esta forma prevenir malversación de fondos y evitar reprocesos al usuario final al solicitar un servicio de salud, mejorando la eficiencia del servicio y de esta forma generar mayor accesibilidad a este derecho fundamental.
- Implementación de blockchain en la elección de representantes políticos dado que la tecnología permite evitar la suplantación y modificación de los resultados y disminuir gastos logísticos e insumos físicos como tarjetones electorales.
- Generar un software para las licitaciones de proyectos ya que es uno de los sectores más afectados por la corrupción y coimas para ganar un contrato en específico, con blockchain se puede evitar dichas acciones que afectan la estabilidad y el presupuesto nacional.

- Incluir en los programas académicos desarrollo e investigación de tecnología blockchain dado que es un sector que está tomando relevancia en todos los sectores y cada vez se necesita personas calificadas para desarrollar e implementar esta tecnología.

Referencias Bibliográficas

- Arias Torres, M. (2018). Tecnología Blockchain. *Universidad Militar Nueva Granada*, 22-31.
- Banco de la República. (22 de Julio de 2021). *Banco de la República*. Obtenido de <https://www.banrep.gov.co/es/el-banco-republica-participa-lanzamiento-primer-piloto-bono-blockchain-colombia>
- BBC mundo. (Mayo de 2018). *BBC* . Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-43971491>
- BBVA Communications. (20 de Octubre de 2020). *BBVA*. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/que-es-la-criptografia-avanzada/>
- Carvajal (2019). Estado del arte tecnología blockchain para la gestión de organizaciones. *Trabajo de grado Ingeniería Industrial. Universidad Industrial de Santander*. 1-107
- Chang , V., Baudier, P., Zhang, H., & Xu, Q. (Septiembre de 2020). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/342351956_How_Blockchain_can_impact_financial_services_-_The_overview_challenges_and_recommendations_from_expert_interviewees
- CriptoMundo. (21 de Enero de 2022). *criptomundo.com*. Obtenido de <https://criptomundo.com/budweiser-tiene-un-nft-que-podria-usar-en-anuncio-del-super-bowl/>
- Daza, M. (2020). *Universidad Javeriana* . Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50643/Grado%20de%20>

conocimiento%20y%20nivel%20de%20implementaci%C3%B3n%20de%20la%20tecnología%20Blockchain%20en%20empresas%20colombianas%20-%20Santiago%20o%20Daza%20Rojas%20VF.pdf?sequence=1&isAllo

Espinoza, S., Osorio Cruz, M. V., Caballero Martinez, J., & Villamil Velazquez, L. (Mayo de 2022). *Ministerio de la Tecnología de la información y las Comunicaciones*.

Obtenido de https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-210798_Actualizacion_Guia_de_Referencia_Blockchain_2022.pdf

Gaur , V., & Gaiha, A. (05 de 2020 de 2020). *Harvard Business Review*. Obtenido de Building a Transparent Supply Chain: <https://hbr.org/2020/05/building-a-transparent-supply-chain>

Ghosh, A., Gupta, S., Duaa, A., & Kumar, N. (1 de Agosto de 2020). Security of Cryptocurrencies in blockchain technology: State-of-art, challenges and future prospects. *Journal of Network and Computer Applications*, pág. 102635.

Gomez Lindarte, V. (2021). Revisión sistemática y análisis de contenido web de la tecnología Blockchain: Aplicabilidad en la cadena de suministro para el mejoramiento del sector agropecuario. *Catalogo Bibliográfico UIS*.

Gómez Vargas, M., Galeano Higueta, C., & Jaramillo Muñoz, D. A. (2015). El estado del arte: una metodología de investigación.

Guo, H., & Yu, X. (2022). A survey on blockchain technology and its security. *Blockchain: Research and Applications*, Volume 3 issue 2.

Hackl, C., Lueth, D., Di Bartolo, T., & Arkontaky, J. (2022). *Navigating the Metaverse: A Guide to Limitless Possibilities in a Web 3.0 World*. John Wiley & Sons, 2022.

- Hashemi Joo, M., Nishikawa, Y., & Danpani, K. (01 de Agosto de 2019). Cryptocurrency, a successful application of blockchain technology. *Emerald Group Publishing*,, págs. 715-733.
- Holbrook, J. (2020). Architecting enterprise blockchain solutions. *Sybex*.
- International Business Machines IBM Corporation . (01 de 05 de 2021). *IBM*. Obtenido de <https://www.ibm.com/case-studies/renault/>
- International Business Machines IBM . (01 de Abril de 2021). *Faster invoicing resolutions build stronger relationships*. Obtenido de <https://www.ibm.com/case-studies/the-home-depot/>
- International Business Machines IBM. (Octubre de 2020). *Bank guarantees: jumping from paper to blockchain*. Obtenido de <https://www.ibm.com/case-studies/lygon/>
- International Business Machines IBM. (2022). *Success Stories*. Obtenido de <https://www.ibm.com/blockchain/co-es/use-cases/success-stories/>
- International Business Machines IBM corporation. (01 de Febrero de 2020). *FDA DSCSA Blockchain Interoperability Pilot Report*. Obtenido de <https://www.ibm.com/downloads/cas/9V2LRYG5>
- John Wood Group PLC. (17 de Febrero de 2022). *Wood*. Obtenido de <https://www.woodplc.com/news/latest-news-articles/2022/wood-delivering-first-of-its-kind-technical-blockchain-solution-in-china>
- Khan, A. (23 de Enero de 2002). *ieeexplore*. Obtenido de <https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/8966700>
- Montoya, N. M. (2005). ¿ Qué es el estado del arte?. *Ciencia y Tecnología para la salud Visual y Ocular*, (5), 73-75.

- Mulligan, R. (13 de Junio de 2022). *Ticketing Business News*. Obtenido de <https://www.theticketingbusiness.com/2022/06/13/french-authorities-urged-to-deploy-blockchain-tix-following-champions-league-fiasco/>
- SumOfUs. (1 de Mayo de 2022). *Metaverse: another cesspool of toxic content*. Obtenido de [sumofus.org: https://www.sumofus.org/](https://www.sumofus.org/)
- UNCTAD. (03 de Mayo de 2021). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo*. Obtenido de <https://unctad.org/es/news/el-comercio-electronico-mundial-alcanza-los-267-billones-de-dolares-mientras-covid-19-impulsa>
- Vitasek, K., Bayliss, J., Owen, L., & Srivastava, N. (05 de Enero de 2022). *Harvard Business Review*. Obtenido de Harvard Business Review Operations And Supply Chain Management: <https://hbr.org/2022/01/how-walmart-canada-uses-blockchain-to-solve-supply-chain-challenges?autocomplete=true>
- Vyas, S., & Gupta, S. (2021). Blockchain e Industria 4.0 – Un estudio. *Innovate Technologies in Mechanical Engineering*, 1197-1201.
- Vyas, S., & Gupta, S. (2022). Blockchain and Industry 4.0 – A study. *Materials Today: Proceedings*, 1197-1201.
- Wolf, D., Becerra, S., Carvalho de Fassio, R., Lehrer, D., Lundy-Bryan, L., Passos, L., . . .
- Wu, H. (2020). *Exploring Blockchain Technology for Government Transparency: Blockchain-Based Public Procurement to Reduce Corruption*. World Economic Forum: Insight Reports.
- Wu, Y., & Zhang, Y. (13 de 01 de 2022). An integrated framework for blockchain-enabled supply chain trust management towards smart manufacturing. *Advanced Engineering Informatics*.

