



Integración de Blockchain con Sistemas Financieros Tradicionales para Combatir el Lavado de
Activos en el Departamento de Boyacá, Colombia

Solangel Darleny Martínez Pinto

Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, Boyacá

Facultad de Administración de Empresas

Tunja, Boyacá

2025

Integración de Blockchain con Sistemas Financieros Tradicionales para Combatir el Lavado de
Activos en el Departamento de Boyacá, Colombia

Solangel Darleny Martínez Pinto

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Administración de Empresas

Director (a):

Mag. Marcos Miguel Arias Diaz

Modalidad:

Trabajo de Investigación

Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, Boyacá

Facultad de Administración de Empresas

Tunja, Boyacá

2025

Agradecimientos

Agradezco a Dios el permitirme vivir, su guianza, su luz. A mis padres, su apoyo incondicional en los momentos de debilidad y todo lo brindado a lo largo de mi vida. También le doy las gracias a mi director, docente faro de luz en la sabiduría en este proyecto.

Resumen

El estudio examina el impacto de la integración de la tecnología blockchain en los sistemas financieros tradicionales de Boyacá, Colombia, en pro de combatir el lavado de activos. Blockchain, al registrar transacciones de manera descentralizada e inmutable, ofrece una mayor trazabilidad y transparencia financiera, contribuyendo a la lucha contra este delito. La investigación, de enfoque exploratorio y descriptivo, se basa en entrevistas a expertos del sector financiero y una revisión bibliográfica bajo la premisa de un marco de línea base. Se abordan las características claves de blockchain, los desafíos tecnológicos y regulatorios para su implementación, así como la disposición de las instituciones financieras locales para adoptar esta tecnología. Los resultados indican que la tecnología blockchain puede fortalecer la supervisión y prevención del lavado de dinero, aunque persisten obstáculos relacionados con la infraestructura y el marco regulatorio. La adopción de blockchain en Boyacá tiene el potencial de promover un sistema financiero más transparente y seguro.

Palabras Claves: Blockchain, Sistemas Financieros, Trazabilidad Financiera, Innovación Tecnológica, Smart Contracts, Escalabilidad, Inmutabilidad & Lavado de Activos.

Abstract

The study examines the impact of integrating blockchain technology into traditional financial systems in Boyacá, Colombia, to combat money laundering. Blockchain, by recording transactions in a decentralized and immutable manner, offers greater traceability and financial transparency, contributing to the fight against this crime. The research, with an exploratory and descriptive approach, is based on interviews with experts in the financial sector and a review of literature. It addresses the key features of blockchain, the technological and regulatory challenges for its implementation, as well as the readiness of local financial institutions to adopt this technology. The results indicate that blockchain technology can strengthen the supervision and prevention of money laundering, although obstacles related to infrastructure and regulatory framework persist. The blockchain adoption in Boyacá has the potential to promote a more transparent and secure financial system.

Keywords: Blockchain, Financial Systems, Financial Traceability, Technological Innovation, Smart Contracts, Scalability, Immutability and Money Laundering.

Tabla de Contenido

	Pág.
Listado de Tablas	10
Listado de Ilustraciones	11
Introducción	12
1. Problema de Investigación	13
1.1. Planteamiento del Problema	13
1.2. Formulación del Problema	14
2. Objetivos de la Investigación	14
2.1. Objetivo General	14
2.2. Objetivos Específicos	15
4. Marco de Referencia	17
4.1. Marco Teórico	17
4.1.1. La Tecnología Blockchain	17
4.1.2. Los Sistemas Financieros Tradicionales	21
4.1.3. El Lavado de Activos: Definición, Técnicas y Desafíos	22
4.1.4. Integración de Blockchain con Sistemas Financieros Tradicionales	24
4.1.5. Impacto de la Integración de Blockchain en la Prevención del Lavado de Activos	26
4.1.6. Evolución Tecnológica, la Revolución 4.0 en Colombia y la Aplicación del Blockchain en el Sistema Financiero	29

4.1.7. Implicaciones Éticas y Normativas de la Implementación del Blockchain.....	30
4.2. Marco Conceptual	31
4.3. Marco Espacial	33
4.4. Marco Temporal	34
5. Hipótesis de Trabajo	37
5.1. Hipótesis General	37
6. Metodología de Investigación.....	37
6.1. Tipo de Estudio	37
6.2. Método de Investigación	38
6.3. Fuentes y Técnicas de Recolección de la Información	38
6.4. Tratamiento de la Información.....	39
7. Definición de Variables	39
8. Definición Operacional.....	42
9. Población y Muestra	42
9.1. Población.....	42
9.2. Definición de la Muestra	44
10. Medición de Variables	46
10.1. Resultado del Content Validity	46
10.2. Resultado del Face Validity.	47
11. Aplicación y Modelación del Instrumento de Sondeo	48

11.1. Aplicación del Instrumento de Sondeo	48
11.2. Modelación de las Respuestas del Instrumento de Sondeo.....	48
11.2.1 Pregunta No. 1: En que Rango de Edad se Encuentra Usted	48
11.2.2. Pregunta No. 2: Nivel de Educación	49
11.2.3. Pregunta No. 3 Años de Experiencia en el Sector	50
11.2.4. Pregunta No. 4 Cargo actual.....	52
11.2.5. Pregunta No. 5 Nivel de Conocimiento sobre Tecnología Blockchain	53
11.2.6. Pregunta No. 6 Fuente de Conocimiento sobre Blockchain	54
11.2.7. Pregunta No. 7 Percepción sobre la Eficacia de Blockchain para Combatir el Lavado de Activos	56
11.2.8. Pregunta No. 8 Confianza en la Seguridad de las Transacciones Realizadas con Blockchain	58
11.2.9. Pregunta No. 9 Disposición a Adoptar Tecnologías Blockchain en su Institución	59
11.2.10. Pregunta No. 10 Factores que Influyen en la Disposición a Adoptar Blockchain	60
11.2.11. Pregunta No. 11 Obstáculos Percibidos para la Implementación de Blockchain en la Institución	61
11.2. 12. Pregunta No. 12 Interés en Recibir Capacitación sobre Blockchain	63
11.2.13. Pregunta No. 13 Probabilidad de Recomendar la Adopción de Blockchain	

en su Institución.....	64
11.3 Análisis de los Resultados de la Encuesta en Función de las Variables	65
11.4. Interpretación del Coeficiente de Correlación de Pearson	65
11.5. Significancia Estadística - Valor P	66
11.6. Análisis de los Resultados Mediante la Regresión Lineal.....	67
12. Discusión de Resultados	69
12.1. Aplicación de la Tecnología Blockchain en Colombia.....	69
12.2. Características de Blockchain para Combatir el Lavado de Activos y Desafíos Tecnológicos y/o Regulatorios.....	71
12.3. Retos Tecnológicos y/o Regulatorios.....	74
12.4. Impacto del Lavado de Activos en el Sector Financiero de Boyacá y su Disposición para la Adopción de la Tecnología Blockchain en sus Operaciones	77
13. Conclusiones	81
14. Referencias.....	84

Listado de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Distribución de las entidades financieras en Boyacá, Colombia</i>	44
Tabla 2 <i>Tabulación, análisis y ponderación de los resultados del Face Validity</i>	47
Tabla 3 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 1</i>	48
Tabla 4 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 2</i>	49
Tabla 5 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 3</i>	51
Tabla 6 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 4</i>	52
Tabla 7 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 5</i>	53
Tabla 8 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 6</i>	55
Tabla 9 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 7</i>	56
Tabla 10 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 8</i>	58
Tabla 11 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 9</i>	59
Tabla 12 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 10</i>	60
Tabla 13 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 11</i>	61
Tabla 14 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 12</i>	63
Tabla 15 <i>Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 13</i>	64
Tabla 16 <i>Resultados del análisis de correlación de Pearson y Valor P</i>	65
Tabla 17 <i>Análisis de la regresión lineal múltiple</i>	67
Tabla 18 <i>Análisis del coeficientes de variables</i>	68

Listado de Ilustraciones

	Pág.
Ilustración 1 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 1</i>	49
Ilustración 2 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 2</i>	50
Ilustración 3 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 3</i>	51
Ilustración 4 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 4</i>	52
Ilustración 5 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 5</i>	54
Ilustración 6 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 6</i>	55
Ilustración 7 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 7</i>	57
Ilustración 8 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 8</i>	58
Ilustración 9 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 9</i>	59
Ilustración 10 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 10</i>	60
Ilustración 11 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 11</i>	62
Ilustración 12 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 12</i>	63
Ilustración 13 <i>Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 13</i>	64

Introducción

La globalización y el avance tecnológico han transformado profundamente el panorama financiero mundial, introduciendo nuevas herramientas y métodos en dirección de la optimización de la gestión de recursos. Así como el planteamiento de retos complejos, uno de ellos el “lavado de activos”. En Colombia, el lavado de activos es un problema latente que impacta negativamente la economía y la estabilidad social, donde el departamento de Boyacá no escapa de este panorama. Tal fenómeno no solo debilita la integridad del sistema financiero, sino al mismo tiempo fomenta otras actividades criminales, dando cabida abierta a un ciclo vicioso difícil de auditar con los métodos tradicionales de control y supervisión vigentes.

En este contexto, la tecnología Blockchain sobresale como innovación disruptiva puesto que posee el potencial de transformar la manera en que se efectúan y registran las transacciones comerciales. Adicionalmente, su naturaleza descentralizada garantiza la inmutabilidad y/o trazabilidad de los registros, convirtiéndola en una herramienta poderosa destinada a pugnar el lavado de activos. El sistema financiero se denota más transparente, a través de un mecanismo de nodos de consenso que posibilita el hecho de que cada transacción sea verificada y rastreada en tiempo real, reduciendo las oportunidades para llevar a cabo el lavado de dinero.

El presente trabajo de grado tiene como propósito comprender la integración de blockchain con los sistemas financieros tradicionales en el departamento de Boyacá, Colombia mediante una revisión exhaustiva de la literatura existente, un análisis empírico, en fin, de entender cómo esta tecnología puede mejorar los mecanismos de detección y prevención del lavado de activos. Adicionalmente, se explorarán las posibles barreras para su implementación, así como las implicaciones regulatorias y económicas de la adopción de la Blockchain en el ámbito financiero local.

1. Problema de Investigación

1.1. Planteamiento del Problema

El lavado de activos constituye una amenaza global para la estabilidad económica del país incidiendo directamente en el desarrollo económico regional para el caso “Boyacá”. Tal fenómeno implica la conversión de ganancias ilícitas provenientes de actividades como el narcotráfico, la minería ilegal y la corrupción de fondos aparentemente legítimos. Por tanto, en Boyacá la economía local depende en gran medida de sectores como la agricultura y la minería, los cuales hacen más vulnerable la infiltración de capitales ilícitos ocasionando discrepancias en el mercado laboral lo que conlleva a desequilibrios macroeconómicos tanto en el ámbito fiscal como en el ámbito cambiario, alterando el resultado real de las actividades económicas y en simultaneo el índice de bienestar de los ciudadanos, fomentando prácticas corruptas dentro de las instituciones públicas y privadas.

El lavado de activos no solo genera inestabilidad económica y financiera también facilita la corrupción y el crimen organizado, afectando negativamente la gobernanza de las regiones adyacente a la confianza pública. En este panorama, los recursos obtenidos de actividades ilegales dan vía libre a los actores criminales de influir en las decisiones políticas y judiciales, deteriorando la transparencia institucional y conjuntamente dificultando la implementación de políticas públicas efectivas. A medida que la corrupción se extiende, el Estado enfrenta mayores dificultades para garantizar una administración pública justa y eficiente.

El resultante del lavado de activos en Boyacá no solo debilita la confianza de los ciudadanos en las instituciones financieras, sino que también socava negativamente el crecimiento económico del país, canalizando los recursos provenientes de actividades ilegítimas en lugar de realizar inversiones productivas. Los mecanismos actuales de detección y prevención

adoptados en la región han mostrado ser insuficientes, en parte debido a la limitada infraestructura tecnológica y el déficit de capacitación especializada en la lucha contra este tipo de delitos (FATF, 2019; UNODC, 2020).

La tecnología blockchain, con su capacidad de registro de transacciones de forma transparente e inmutable, se configura como una propuesta con gran potencial para pugar el lavado de activos. No obstante, su integración en los sistemas financieros tradicionales de Boyacá asume importantes desafíos, incluyendo la carencia de un marco regulatorio adaptado a la realidad local junto con la resistencia al cambio por parte de las instituciones financieras. Dichos desafíos se agudizan por la baja adopción de tecnologías avanzadas en la región y en paralelo la falta de colaboración entre actores públicos y privados (Nakamoto, 2008; Zohar, 2013). Por tanto, es imperativo explorar cómo la implementación de blockchain puede contribuir al fortalecimiento de los sistemas de prevención y detección de lavado de activos en Boyacá, ajustándose a su contexto en particular.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo la integración de la tecnología blockchain en los sistemas financieros tradicionales puede optimizar la detección y prevención del lavado de activos en el departamento de Boyacá?

2. Objetivos de la Investigación

2.1. Objetivo General

Analizar los desafíos y oportunidades de integrar la tecnología blockchain en los sistemas financieros tradicionales para la detección y prevención del lavado de activos en el departamento de Boyacá, Colombia.

2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Describir el impacto del lavado de activos en la economía y la estabilidad del sistema financiero de Boyacá, a partir de los hallazgos obtenidos mediante entrevistas semiestructuradas con expertos.
- ❖ Identificar las características de blockchain, los desafíos tecnológicos, regulatorios y operacionales para su implementación en la lucha contra el lavado de activos en los sistemas financieros de Boyacá.
- ❖ Explorar las percepciones y disposiciones de las instituciones financieras de Boyacá sobre la adopción de blockchain como herramienta para mitigar el lavado de activos, identificando los principales retos y beneficios potenciales.

3. Justificación de la Investigación

La integración de la tecnología blockchain con los sistemas financieros tradicionales es una iniciativa esencial en fin de fortalecer la capacidad del sector financiero en la detección y prevención del lavado de activos, fenómeno que afecta significativamente la estabilidad de los mercados y en simultaneo debilita las estructuras económicas. En el contexto de Boyacá, las actividades ilícitas como el narcotráfico tienen un gran impacto, de tal modo que el blockchain ofrece una solución innovadora con el consenso de transformar los sistemas financieros, una mayor trazabilidad y seguridad en las transacciones.

Como señala Mougayar (2016), *"blockchain tiene el potencial de transformar las transacciones financieras al proporcionar un registro seguro y transparente de todas las transacciones, lo que puede ayudar a identificar y prevenir el lavado de dinero"* (p. 45). Dicha potencialidad es crucial para reducir las oportunidades de blanqueo de capitales en sectores vulnerables como la agricultura y la minería, que son de gran importancia en la economía

regional.

En Boyacá, el lavado de activos no solo impacta la economía local, sino que también facilita la corrupción y el crimen organizado, deteriorando la gobernanza y debilitando la confianza pública en las instituciones. La Blockchain, con su capacidad para registrar transacciones de manera inmutable, asegura que cualquier intento de manipulación o eliminación de registros quede visible, fortaleciendo la integridad del sistema financiero (Pilkington, 2016). Además, Peters y Panayi (2016) destacan que *"blockchain puede reducir los costos de cumplimiento normativo al automatizar muchas de las tareas de verificación y auditoría que actualmente se realizan de manera manual"* (p. 12). El blockchain no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también minimiza el riesgo de errores humanos y aumenta la capacidad de respuesta ante actividades sospechosas.

La adopción de blockchain en Boyacá no solo tiene el potencial de mejorar el sistema financiero, sino también de impulsar un desarrollo tecnológico más amplio en la región. En un contexto donde la infraestructura tecnológica es limitada, la implementación de blockchain podría promover mejoras a la infraestructura digital y financiera, lo que contribuiría al crecimiento económico regional (Catalini & Gans, 2016). Según el Banco Mundial (2017), *"la adopción de tecnologías avanzadas en los sistemas financieros de países en desarrollo puede contribuir a la estabilidad económica y a la lucha contra la corrupción"* (p. 23), lo cual es particularmente relevante en regiones como el departamento de Boyacá.

Finalmente, esta investigación no solo tiene implicaciones locales, sino también puede servir como modelo replicable para otras regiones afectadas por el lavado de activos. Al explorar la integración de blockchain en Boyacá, se espera desarrollar mejores prácticas y lecciones aprendidas que puedan aplicarse en otros contextos. (Davidson, De Filippi, & Potts, 2018).

4. Marco de Referencia

4.1. Marco Teórico

El fenómeno del lavado de activos es un problema persistente y complejo que afecta a los sistemas financieros a nivel global. Este delito, también conocido como blanqueo de capitales, involucra el proceso de transformar ganancias obtenidas de actividades ilegales, como el narcotráfico, la corrupción, la evasión fiscal y otros delitos graves, en fondos aparentemente legítimos. Según el Grupo de Acción Financiera Internacional (GAFI), se estima que entre el 2% y el 5% del PIB mundial es lavado anualmente, lo que representa entre 800 mil millones y 2 billones de dólares (FATF, 2021).

En Colombia, el lavado de activos representa un desafío significativo debido a la diversidad de actividades ilícitas presentes en el país. El Departamento de Boyacá, aunque conocido por su agricultura y riqueza cultural, no es ajeno a esta situación. La región enfrenta dificultades adicionales debido a su economía informal y la limitada capacidad de las autoridades locales para monitorear y controlar el flujo de fondos ilícitos. Estas circunstancias crean un entorno propicio para que los delincuentes aprovechen las debilidades del sistema financiero tradicional para lavar dinero.

El lavado de activos en Boyacá se lleva a cabo mediante diversas técnicas y mecanismos, que incluyen el uso de empresas fachada, transacciones en efectivo, compra de bienes raíces y arte, entre otros métodos sofisticados que dificultan su detección y prevención (Sánchez, 2019). La capacidad de las autoridades para rastrear y dismantelar estas operaciones se ve comprometida por la falta de recursos y tecnologías avanzadas.

4.1.1. La Tecnología Blockchain

Blockchain o cadena de bloques, es una tecnología de registro distribuido que asegura la

integridad y transparencia de las transacciones mediante un sistema descentralizado de consenso. Satoshi Nakamoto introdujo esta tecnología por primera vez en 2008 como base tecnológica de Bitcoin, una criptomoneda diseñada para permitir transacciones electrónicas seguras y sin intermediarios (Nakamoto, 2008). Desde su introducción, blockchain ha evolucionado exponencialmente y ahora ofrece soluciones más allá de las criptomonedas, abarcando múltiples sectores y aplicaciones, incluyendo finanzas, salud, logística, entre otras aplicaciones (Tapscott & Tapscott, 2016).

En esencia, blockchain es una base de datos compartida que se replica en una red de computadoras interconectadas. Estas computadoras, conocidas como nodos, colaboran para mantener y verificar la integridad de la base de datos. Cada nodo posee una copia completa de la cadena de bloques, y todos los nodos trabajan en conjunto para validar y registrar nuevas transacciones.

Cada transacción se registra en un bloque, que contiene un conjunto de transacciones, un sello de tiempo y un enlace criptográfico al bloque anterior. Este enlace criptográfico se logra mediante la creación de un 'hash', que es una función matemática que convierte los datos del bloque en una cadena única de caracteres. El hash del bloque actual se incluye en el siguiente bloque, creando una cadena continua e inmutable de información. Esta estructura garantiza que cualquier intento de alterar la información en un bloque alteraría todos los bloques subsiguientes, haciendo la alteración detectable e ineficaz (Swan, 2015).

Blockchain se fundamenta en varios principios claves que lo distinguen de los sistemas tradicionales. En primera instancia, su estructura descentralizada distribuye la base de datos entre todos los nodos de la red, eliminando el riesgo de puntos de fallo únicos y fortaleciendo la resistencia frente a manipulaciones (Antonopoulos, 2014). Esta descentralización asegura que no

haya una autoridad central que controle toda la red, lo que aumenta la seguridad y la confianza en el sistema.

En segunda instancia, la transparencia inherente de blockchain permite que todas las transacciones sean visibles para todos los participantes de la red, facilitando auditorías completas y la detección eficiente de actividades sospechosas, como el fraude y el lavado de dinero (Casino, Dasaklis, & Patsakis, 2019). Cada transacción puede ser verificada y rastreada desde su origen hasta su destino final, lo que mejora la integridad del sistema.

En tercera instancia, la inmutabilidad de blockchain garantiza que una vez que se registra una transacción en un bloque y este se añade a la cadena, no puede ser alterada ni eliminada. Este principio se apoya en la criptografía avanzada que vincula los bloques de manera irreversible, asegurando que los registros históricos permanezcan intactos y confiables a lo largo del tiempo (Yaga et al., 2019).

En última instancia, el consenso descentralizado es fundamental para agregar nuevos bloques a la cadena de blockchain. Mecanismos como 'Proof of Work' (PoW) y 'Proof of Stake' (PoS) aseguran que todos los nodos de la red lleguen a un acuerdo sobre la validez y el orden de las transacciones. En PoW, los nodos compiten para resolver complejos problemas matemáticos y el primero en resolverlo tiene el derecho de añadir el nuevo bloque, mientras que PoS selecciona al creador del bloque en función de la cantidad de criptomonedas que posee y está dispuesto a "apostar" en la red (Buterin, 2013). Estos mecanismos proporcionan seguridad y confiabilidad al sistema blockchain, asegurando que la red funcione de manera eficiente y sin la necesidad de una autoridad central.

Desde su introducción inicial para bitcoin, blockchain ha experimentado una expansión considerable en diversas áreas de aplicación. En el sector financiero, además de su uso en

criptomonedas, se emplea para la liquidación de transacciones de valores, la mejora de la eficiencia bancaria y la innovación en productos financieros como las stablecoins (Peters & Panayi, 2016). En la cadena de suministro, facilita la trazabilidad completa de productos desde su origen hasta el consumidor final, lo cual fortalece la transparencia y mitiga el fraude (Kamath, 2018).

En el ámbito de la salud, gestiona registros médicos electrónicos, asegurando la seguridad y el acceso controlado a los datos por parte de las partes autorizadas (Azaria et al., 2016). Además, los contratos inteligentes permiten la automatización segura y transparente de acuerdos mediante la ejecución automática de términos definidos en código, eliminando la necesidad de intermediarios (Buterin, 2013).

No obstante, blockchain enfrenta varios desafíos que limitan su adopción y desarrollo a gran escala. La escalabilidad es uno de los principales obstáculos, ya que la capacidad actual de procesamiento de transacciones por segundo es inferior a la de los sistemas centralizados. Para abordar este problema, se están desarrollando soluciones como redes de segunda capa y técnicas de sharding para mejorar la capacidad de escalabilidad (Croman et al., 2016).

Además, la falta de un marco regulatorio claro puede obstaculizar la adopción generalizada de blockchain por parte de instituciones financieras y otras industrias, requiriendo la evolución de regulaciones específicas que garanticen su uso seguro y eficiente (Zohar, 2015). La interoperabilidad con sistemas financieros tradicionales y otros sistemas existentes también es un desafío significativo, demandando el desarrollo de estándares y protocolos que aseguren una integración fluida y efectiva entre diferentes plataformas (Pilkington, 2016).

Por último, la transparencia inherente de blockchain plantea preocupaciones sobre la privacidad de los usuarios y la confidencialidad de las transacciones financieras, motivando el

desarrollo de soluciones como blockchain privadas y tecnologías criptográficas avanzadas, como las pruebas de conocimiento cero (zk-SNARKs), para abordar estos aspectos (Miers et al., 2013).

4.1.2. Los Sistemas Financieros Tradicionales

Comprende un conjunto de instituciones y mecanismos que facilitan la transferencia, gestión y almacenamiento de dinero y otros activos financieros. Estos incluyen bancos, mercados de valores, aseguradoras, fondos de inversión y otros intermediarios financieros, todos operando bajo un marco regulatorio que busca asegurar la estabilidad, transparencia y eficiencia del sistema (Mishkin & Eakins, 2015).

La estructura de los sistemas financieros tradicionales está formada por instituciones como bancos comerciales, bancos de inversión, cooperativas de crédito, aseguradoras y fondos de pensiones, cada una desempeñando un rol específico en la intermediación financiera. Los mercados financieros son plataformas donde se negocian activos como acciones, bonos y derivados. Los instrumentos financieros son contratos que representan derechos sobre activos, y pueden ser de deuda, capital o derivados (Schott, 2006).

En Colombia, el sistema financiero está compuesto por bancos comerciales, corporaciones financieras, cooperativas de ahorro y crédito, aseguradoras y entidades del mercado de valores. El Banco de la República, como banco central, regula la política monetaria y cambiaria, mientras que la Superintendencia Financiera supervisa las actividades de las instituciones financieras para garantizar su solidez y la protección de los usuarios.

Los bancos comerciales son fundamentales en el sistema colombiano, ofreciendo servicios como cuentas de ahorro, préstamos y tarjetas de crédito. La Bolsa de Valores de Colombia (BVC) es el principal mercado de valores, facilitando la inversión en empresas y el gobierno. Además, las instituciones de microfinanzas proporcionan acceso a servicios

financieros a sectores tradicionalmente excluidos, como microempresarios y comunidades rurales. Las aseguradoras, por su parte, ofrecen productos que contribuyen a la estabilidad financiera de familias y empresas.

En Boyacá, las necesidades financieras son atendidas por bancos, cooperativas de ahorro, compañías de financiamiento e instituciones microfinancieras. Estas entidades juegan un papel crucial al ofrecer acceso al crédito a la población rural y a pequeños empresarios, mientras que las cajas de compensación familiar apoyan el bienestar financiero de sus afiliados.

Sin embargo, los sistemas financieros tradicionales enfrentan desafíos en la prevención del lavado de activos. La opacidad en ciertas operaciones, como transacciones en efectivo y transferencias electrónicas, puede dificultar el rastreo de fondos ilícitos, facilitando actividades de lavado de dinero (Schott, 2006). Los delincuentes utilizan la empresa fachada para canalizar fondos ilícitos, simulando legalidad.

La complejidad y diversidad de las instituciones financieras dificultan la supervisión efectiva, creando brechas que los delincuentes explotan. Con el avance de la tecnología, los métodos para lavar dinero se han vuelto más sofisticados, incluyendo el uso de criptomonedas y otras herramientas digitales. Las instituciones financieras deben invertir en tecnología avanzada y mejorar sus capacidades de ciberseguridad para enfrentar estos riesgos (Zohar, 2015).

4.1.3. El Lavado de Activos: Definición, Técnicas y Desafíos

El lavado de activos es el proceso mediante el cual se ocultan los orígenes ilícitos de fondos generados por actividades criminales, como narcotráfico, corrupción, fraude y tráfico de personas, para hacerlos parecer legales. Este proceso permite a los delincuentes utilizar sus ganancias en la economía formal sin despertar sospechas (FATF, 2021).

Este delito se desarrolla en tres etapas: colocación, estratificación e integración. La

colocación introduce los fondos ilícitos en el sistema financiero mediante depósitos, compras de bienes de valor o inversiones en negocios legítimos. En la estratificación, se ocultan los fondos mediante transacciones complejas, como transferencias entre múltiples cuentas o uso de empresas fachada. Finalmente, en la integración, los fondos lavados se reintegran en la economía formal (Levi, 2012).

El lavado de activos tiene efectos negativos en la economía y la sociedad. Económicamente, distorsiona los mercados financieros y crea competencia desleal, afectando el crecimiento y la inversión. Socialmente, fomenta la corrupción y el crimen organizado, debilitando las instituciones y el estado de derecho, además de erosionar la confianza pública en el sistema financiero y gubernamental (Schneider, 2010; Reuter & Truman, 2004).

En Boyacá, el lavado de activos es un problema crítico debido a la informalidad en sectores como la minería y la agricultura. La Evaluación Nacional del Riesgo 2022-2023 reveló que la estructura económica de Boyacá facilita la infiltración de capitales ilícitos, especialmente en áreas rurales con bajo control estatal. La minería ilegal y la falta de trazabilidad en el sector agrícola son dos de las principales amenazas en la región (UIAF, 2023).

El sector minero de Boyacá, identificado como un foco de actividad ilegal, facilita el lavado de activos debido a la dificultad para rastrear los flujos financieros. El sector agrícola también presenta riesgos por la informalidad en la comercialización de productos, lo que permite que organizaciones criminales utilicen este sector para blanquear dinero (Min TIC, 2021).

En este orden de ideas, el lavado de activos en Boyacá es un desafío complejo, agravado por la estructura económica y la falta de control en sectores clave como la minería y la agricultura. Aunque se han adoptado medidas importantes, es necesario fortalecer las capacidades locales y fomentar la cooperación entre el sector privado y las autoridades para

enfrentar eficazmente esta problemática.

4.1.4. Integración de Blockchain con Sistemas Financieros Tradicionales

La tecnología blockchain ofrece una transparencia sin precedentes que permite a las instituciones financieras y a las autoridades reguladoras rastrear el origen y destino de los fondos con mayor precisión que los sistemas tradicionales. Cada transacción registrada es accesible públicamente y puede ser verificada por cualquier participante en la red, lo que facilita la auditoría y el cumplimiento normativo. La capacidad de blockchain para detectar y corregir rápidamente cualquier intento de manipulación de datos representa una de sus principales fortalezas (Casino, Dasaklis, & Patsakis, 2019).

En los sistemas financieros tradicionales, la detección de patrones sospechosos y el seguimiento de actividades ilícitas, como el lavado de dinero, puede ser complicado debido a la fragmentación de los datos y la intervención de múltiples intermediarios. Blockchain consolida todas las transacciones en un único registro inmutable y accesible, lo que mejora la eficiencia y precisión del monitoreo. Las autoridades reguladoras pueden aplicar algoritmos de análisis de datos para identificar de manera rápida patrones anómalos que puedan sugerir actividades ilegales (Foley, Karlsen, & Putniņš, 2019).

Una de las características clave de blockchain es su inmutabilidad, que garantiza que una vez registrada una transacción, esta no puede ser modificada ni eliminada. Situación lograda mediante la criptografía que enlaza cada bloque de datos al anterior, formando una cadena continua. Cualquier intento de alteración provocaría un cambio en el hash criptográfico del bloque, afectando toda la cadena, lo que dificulta a los delincuentes ocultar el origen ilícito de los fondos (Zheng et al., 2017).

La descentralización de blockchain también refuerza la seguridad y la integridad de los

sistemas financieros. A diferencia de los sistemas centralizados, en los que una única entidad puede ser vulnerable a la corrupción o fraude, blockchain distribuye el control entre múltiples nodos de la red. Reduciendo la posibilidad de manipulación, ya que ninguna entidad puede modificar los registros sin el consenso de la mayoría (Underwood, 2016).

En la práctica, la adopción de blockchain ha demostrado mejorar la seguridad y transparencia de las transacciones. Por ejemplo, la Bolsa de Valores de Australia (ASX) ha implementado un sistema basado en blockchain para la compensación y liquidación de acciones, lo que ha resultado en una mayor transparencia y reducción de costos operativos.

Adicionalmente, Ripple facilita transferencias internacionales con tiempos de transacción más rápidos y tarifas más competitivas en comparación con los métodos tradicionales (Tapscott & Tapscott, 2016).

Para que las instituciones financieras aprovechen plenamente los beneficios de blockchain, es crucial adherirse a normas de seguridad avanzadas y seguir buenas prácticas, como el uso de métodos de encriptación, mecanismos de autenticación robustos y auditorías regulares. Además, los gobiernos deben establecer un marco regulatorio claro que favorezca una adopción segura de blockchain (Zohar, 2015).

Sin embargo, la integración de blockchain en los sistemas financieros tradicionales enfrenta retos, principalmente debido a la resistencia de las instituciones a adoptar nuevas tecnologías. Factores como la cultura organizacional conservadora y la incertidumbre sobre el retorno de inversión limitan la adopción de blockchain (Rogers, 2003).

El marco regulatorio desempeña un papel esencial en la adopción de blockchain. La falta de normativas específicas puede aumentar la incertidumbre y los riesgos asociados con su implementación. Los reguladores están trabajando en desarrollar leyes que aseguren un uso

responsable y seguro de esta tecnología emergente (Zohar, 2015).

Aunque blockchain promete mejoras notables en la eficiencia y transparencia de los servicios financieros, su implementación también plantea desafíos relacionados con los costos de infraestructura, la capacitación del personal y la adaptación de sistemas existentes. Además, la interoperabilidad entre blockchain y los sistemas financieros tradicionales es crucial. Para facilitar la integración, es necesario desarrollar estándares que aseguren la compatibilidad entre ambas tecnologías (Underwood, 2016).

La implementación de blockchain en Boyacá podría generar impactos socioeconómicos importantes, mejorando la transparencia y facilitando el acceso a servicios financieros para sectores tradicionalmente excluidos, como microempresarios y agricultores. Sin embargo, también enfrentará retos relacionados con los costos de implementación y la resistencia al cambio (Underwood, 2016). Con una inversión adecuada y planificación estratégica, los beneficios potenciales en términos de seguridad, transparencia y eficiencia son evidentes.

4.1.5. Impacto de la Integración de Blockchain en la Prevención del Lavado de Activos

La integración de la tecnología blockchain en los sistemas financieros tradicionales tiene el potencial de transformar profundamente la lucha contra el lavado de activos. Las características inherentes de blockchain, como la transparencia, inmutabilidad y descentralización, ofrecen herramientas eficaces para fortalecer los mecanismos de prevención del lavado de dinero.

Uno de los principales desafíos en la prevención del lavado de activos es la identificación y verificación de clientes, conocida como KYC (Know Your Customer). Los procesos tradicionales de KYC suelen ser ineficientes, vulnerables a errores y susceptibles de manipulación. Blockchain puede mejorar estos procesos creando registros inmutables y

verificables de los datos de los clientes, asegurando que no puedan ser alterados ni eliminados, lo que reduce el riesgo de fraude y aumenta la precisión de la información (FATF, 2021).

Además, la automatización del proceso KYC mediante smart contracts puede reducir costos operativos y el tiempo necesario para verificar la identidad de los clientes, facilitando la actualización y el mantenimiento continuo de los registros (Gupta, 2017).

Blockchain también permite almacenar los datos verificados en una red privada, accesible solo para las partes autorizadas. Con permisos de acceso controlado, únicamente las entidades autorizadas pueden visualizar y utilizar los datos, lo que refuerza la seguridad de la información y asegura el cumplimiento de las normativas de privacidad y protección de datos (Chen et al., 2017).

La capacidad de rastrear cada transacción en blockchain facilita el monitoreo en tiempo real de las actividades financieras, un factor crucial para identificar y reportar rápidamente transacciones sospechosas. Las instituciones financieras pueden utilizar esta tecnología para supervisar transacciones en tiempo real, detectando patrones sospechosos de manera eficiente y rápida (Casino, Dasaklis, & Patsakis, 2019).

El modelo de smart contracts también pueden configurarse para generar alertas automáticas ante actividades sospechosas, cumpliendo con las regulaciones contra el lavado de dinero y facilitando la colaboración con las autoridades reguladoras. Este enfoque no solo reduce la carga operativa, sino que también mejora la eficacia del cumplimiento normativo (Peters & Panayi, 2016).

La transparencia y trazabilidad de blockchain simplifican las auditorías y la verificación de transacciones históricas. Las autoridades reguladoras pueden revisar las transacciones de manera más eficiente, garantizando el cumplimiento de las normas y detectando cualquier

intento de manipulación de registros (Zheng et al., 2017).

A diferencia de los métodos tradicionales, los sistemas basados en blockchain ofrecen múltiples ventajas que disminuyen el riesgo de ocultar actividades ilícitas y mejoran la seguridad del sistema financiero. Mientras los sistemas financieros tradicionales dependen de intermediarios y registros centralizados, que pueden ser manipulados o alterados, blockchain distribuye los registros entre todos los participantes de la red, eliminando estos puntos vulnerables. Cada transacción es pública y verificable, lo que aumenta la transparencia y facilita la detección de actividades ilícitas (Casino, Dasaklis, & Patsakis, 2019).

Blockchain también permite transacciones directas entre las partes, eliminando intermediarios susceptibles de corrupción o fraude. Situación que no solo reduce los costos, sino que también fortalece la seguridad y la integridad de las transacciones (Underwood, 2016). Las transacciones en blockchain están protegidas por criptografía avanzada, lo que dificulta cualquier intento de alteración o falsificación de datos, proporcionando un nivel adicional de seguridad frente a los sistemas tradicionales (Zheng et al., 2017).

Los métodos tradicionales de lucha contra el lavado de activos se basan en la identificación y verificación de clientes (KYC), el monitoreo de transacciones y el reporte de actividades sospechosas (SAR). Aunque estos métodos son efectivos hasta cierto punto, enfrentan desafíos como la fragmentación de datos, la intervención de intermediarios y la susceptibilidad a errores humanos y fraudes. Adicionalmente, la centralización de datos en instituciones financieras tradicionales crea puntos vulnerables que pueden ser explotados (Schott, 2006).

En contraste, las soluciones basadas en blockchain ofrecen múltiples ventajas. La descentralización de blockchain elimina los puntos únicos de fallo, distribuyendo el control de la

red entre múltiples nodos. Esta estructura aumenta la resistencia frente a manipulaciones y ataques. La inmutabilidad de los registros asegura que una vez registrada una transacción, no puede ser alterada, proporcionando un historial confiable y verificable. Así mismo, la transparencia permite que todas las transacciones sean visibles y auditables por cualquier participante, facilitando la detección de actividades sospechosas (Casino, Dasaklis, & Patsakis, 2019).

Un beneficio adicional de blockchain es la capacidad de integrar contratos inteligentes (smart contracts), que automatizan procesos de cumplimiento normativo y reducen la carga operativa de las instituciones financieras. Estos contratos pueden programarse para ejecutar acciones automáticas cuando se cumplen ciertas condiciones, mejorando la eficiencia y precisión en los procesos de KYC y SAR (Buterin, 2013).

4.1.6. Evolución Tecnológica, la Revolución 4.0 en Colombia y la Aplicación del Blockchain en el Sistema Financiero

La evolución tecnológica ha transformado el sector financiero, tanto que en Colombia la Revolución 4.0 ha comenzado a integrar tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y Blockchain, mejorando la eficiencia y seguridad de los sistemas financieros tradicionales.

En la pugna del lavado de dinero, blockchain se presenta como una solución innovadora. Dada su capacidad para crear registros inmutables y transparentes permite rastrear cada transacción de manera segura, dificultando la ocultación de actividades ilícitas. Además, los contratos inteligentes automatizan el cumplimiento normativo, reduciendo la carga operativa (Ngai et al., 2020).

La combinación de Blockchain con IA y aprendizaje automático (AA) crea una

infraestructura robusta que facilita la detección de actividades ilícitas en tiempo real. Esta integración mejora la seguridad y la integridad del sistema financiero, permitiendo una respuesta más eficiente al lavado de activos (Casino, Dasaklis, & Patsakis, 2019).

A nivel global, la cooperación internacional es esencial para combatir el lavado de dinero. Blockchain facilita esta cooperación proporcionando una plataforma común y transparente para el intercambio de información entre jurisdicciones, mejorando la capacidad de rastrear transacciones transfronterizas (GAFI, 2021).

4.1.7. Implicaciones Éticas y Normativas de la Implementación del Blockchain

La implementación de tecnologías blockchain en los sistemas financieros plantea preocupaciones sobre la privacidad y la protección de datos debido a la naturaleza pública y permanente de las transacciones. Si bien la transparencia de blockchain mejora la trazabilidad y seguridad, también puede exponer datos sensibles si no se maneja adecuadamente. Para mitigar estos riesgos, es esencial utilizar técnicas como las pruebas de conocimiento cero y las transacciones confidenciales, que permiten verificar operaciones sin revelar detalles sensibles. Además, las implementaciones de blockchain deben cumplir con regulaciones de protección de datos, como el GDPR (Miers et al., 2013).

En Colombia, el marco regulatorio para blockchain aún está en desarrollo. La Superintendencia Financiera y otras autoridades están explorando directrices para su uso en el sector financiero, pero la falta de una regulación clara genera incertidumbre. Un marco robusto que aborde la seguridad, protección de datos, transparencia e interoperabilidad permitirá a las instituciones financieras aprovechar blockchain de manera segura (Zohar, 2015).

La transparencia y la inmutabilidad de blockchain también plantean desafíos éticos. Aunque estas características aumentan la seguridad y trazabilidad, pueden comprometer la

privacidad. Es crucial encontrar un equilibrio entre la transparencia necesaria para combatir el crimen y la protección de la privacidad de los usuarios. Asimismo, la descentralización plantea interrogantes sobre la responsabilidad y gobernanza, lo que puede complicar la gestión y el mantenimiento de la red (Pilkington, 2016).

El reto regulatorio es otro obstáculo importante para la adopción de blockchain. La ausencia de un marco claro dificulta su integración en los sistemas financieros tradicionales. Además, la interoperabilidad entre blockchain y estos sistemas requiere desarrollar estándares y protocolos comunes para garantizar una comunicación eficiente y una integración fluida (Pilkington, 2016).

En definitiva, la integración de blockchain en los sistemas financieros de Boyacá podría mejorar la transparencia y seguridad en la lucha contra el lavado de activos. Sin embargo, superar desafíos como la infraestructura, la resistencia al cambio y la falta de regulación será clave para su éxito. Un enfoque colaborativo entre reguladores, desarrolladores y empresas permitirá aprovechar las ventajas de blockchain, fortaleciendo la confianza pública y promoviendo el desarrollo económico en la región, tanto para grandes como pequeñas empresas.

4.2. Marco Conceptual

La tecnología blockchain se presenta como una solución innovadora para mejorar la transparencia y seguridad en los sistemas financieros tradicionales, facilitando la lucha contra el lavado de activos y el financiamiento del terrorismo. Al ser una tecnología de registro distribuido, blockchain permite la creación de un libro mayor inmutable, donde cada bloque de transacciones es verificado por una red de nodos mediante mecanismos de consenso como Proof of Work (PoW) o Proof of Stake (PoS). Garantizando la integridad y autenticidad de los datos, al mismo tiempo que descentraliza el control, reduciendo el riesgo de manipulación de la

información (Nakamoto, 2008; Swan, 2015).

Existen diferentes tipos de blockchain que pueden aplicarse a diversos escenarios financieros. En las blockchains públicas, como Bitcoin o Ethereum, cualquier participante puede unirse y verificar transacciones, lo que maximiza la transparencia, pero puede ser menos eficiente para grandes volúmenes de operaciones financieras privadas (Pilkington, 2016). Las blockchains privadas y permissionadas ofrecen mayor control y privacidad, ideales para instituciones financieras que buscan un equilibrio entre la transparencia y la seguridad (Peters & Panayi, 2016).

Uno de los principales beneficios de la blockchain en el contexto financiero es la capacidad de soportar contratos inteligentes. Estos contratos autoejecutables permiten automatizar procesos que antes requerían intermediarios, como la validación de transacciones y la verificación de identidad, reduciendo costos y tiempo en los procesos (Szabo, 1997).

En el ámbito de los sistemas financieros tradicionales, donde operan instituciones como bancos, mercados de valores y cooperativas de crédito, la integración de blockchain ofrece un medio para mejorar la supervisión de transacciones sospechosas y prevenir el lavado de activos. El lavado de dinero y el financiamiento del terrorismo son prácticas que aprovechan la complejidad de los sistemas financieros para ocultar el origen ilícito de los fondos (Levi & Reuter, 2006). La capacidad de la blockchain de proporcionar un registro inmutable y fácilmente auditable podría permitir una mayor detección de activos ilícitos y fraudes financieros, protegiendo la integridad del sistema (FATF, 2020).

Finalmente, la tokenización de activos dentro de la blockchain facilita la digitalización y trazabilidad de bienes, lo que puede ser una herramienta clave en la prevención del lavado de dinero al asegurar que cada transacción esté registrada y verificada de manera transparente

(Tasca, 2015). De esta manera, blockchain no solo mejora la eficiencia operativa en los sistemas financieros tradicionales, sino que también refuerza los mecanismos de regulación financiera y gestión de riesgos, fundamentales en la lucha contra las actividades ilícitas.

4.3. Marco Espacial

El departamento de Boyacá está ubicado en la región andina de Colombia, en la parte central del país, y limita al norte con los departamentos de Santander y Norte de Santander, al este con Arauca y Casanare, al sur con Cundinamarca y al oeste con Antioquia. Con una extensión de aproximadamente 23,189 km², Boyacá presenta una geografía diversa que incluye montañas, valles y altiplanos, lo que influye en sus actividades socioeconómicas (DANE, 2020).

El contexto socioeconómico de Boyacá es variado y se caracteriza por una combinación de actividades económicas tradicionales y emergentes. La agricultura es uno de los pilares de la economía de Boyacá, con cultivos predominantes como la papa, cebolla, café y flores. La minería también juega un papel crucial, especialmente en la extracción de esmeraldas y carbón, que son productos importantes tanto a nivel nacional como internacional. Además, el turismo ha crecido en importancia debido a los numerosos sitios históricos y naturales de Boyacá, como la ciudad de Villa de Leyva y el Puente de Boyacá, que atraen a turistas nacionales e internacionales (DANE, 2020).

La infraestructura financiera en Boyacá incluye una red de bancos nacionales y regionales, cooperativas de crédito y otras entidades financieras. Estas instituciones son fundamentales para facilitar las transacciones económicas y proporcionar servicios financieros a la población. Sin embargo, la modernización y adopción de tecnologías avanzadas, como blockchain, aún se encuentran en etapas iniciales. La Superintendencia Financiera de Colombia ha señalado la necesidad de fortalecer la infraestructura tecnológica y financiera en regiones

como Boyacá para mejorar la inclusión financiera y la eficiencia del sistema (Superintendencia Financiera de Colombia, 2020).

La problemática del lavado de activos en Boyacá es especialmente relevante debido a su proximidad a zonas de producción de sustancias ilícitas y su papel como corredor de tráfico. Esta situación ha incrementado las actividades financieras sospechosas en la región. La Fiscalía General de la Nación ha identificado a Boyacá como un área clave para el tráfico de drogas y otras actividades ilegales, lo que hace que la implementación de tecnologías avanzadas para la detección y prevención del lavado de activos sea crucial. En este contexto, la integración de blockchain puede ofrecer soluciones significativas para mejorar la transparencia y la trazabilidad de las transacciones financieras, facilitando la identificación y prevención del lavado de activos (Fiscalía General de la Nación, 2021).

4.4. Marco Temporal

La presente investigación se llevará a cabo en el 2024. Este periodo permite un análisis detallado y actualizado de la implementación de blockchain y su efectividad en la mejora de la transparencia y la seguridad en los sistemas financieros de Boyacá. Durante este año, se recopilaron datos empíricos, se analizaron los cambios normativos y se evaluarán las experiencias prácticas de las instituciones financieras que adoptan esta tecnología. La temporalidad de este estudio es crucial para capturar tanto los desafíos iniciales como los beneficios a largo plazo de esta integración tecnológica.

Desde su creación en 2008 por Satoshi Nakamoto con la introducción de bitcoin, blockchain ha evolucionado significativamente. Inicialmente, la tecnología se asoció casi exclusivamente con las criptomonedas, proporcionando una alternativa descentralizada a los sistemas financieros tradicionales (Nakamoto, 2008). Bitcoin, como la primera implementación

de blockchain, demostró cómo un libro mayor distribuido podría ser utilizado para registrar transacciones de manera segura y transparente sin la necesidad de un intermediario central.

Con el tiempo, blockchain ha demostrado su potencial en una variedad de aplicaciones más allá de las criptomonedas, incluyendo contratos inteligentes, cadenas de suministro y, crucialmente, en el sector financiero. La segunda generación de blockchain, ejemplificada por ethereum, introdujo la capacidad de ejecutar contratos inteligentes, lo que amplió aún más sus aplicaciones potenciales (Buterin, 2013). Ethereum, lanzado en 2015, permitió a los desarrolladores crear aplicaciones descentralizadas (dApps) utilizando su propia cadena de bloques, lo que abrió un nuevo mundo de posibilidades para la automatización y la eficiencia en una variedad de industrias. Los contratos inteligentes, que son acuerdos autoejecutables con los términos del contrato directamente escritos en código, permitieron la creación de aplicaciones financieras más seguras y eficientes.

En 2018, varios bancos internacionales comenzaron a experimentar con blockchain para mejorar la eficiencia y reducir costos en sus operaciones (Zohar, 2015). Estos experimentos incluyeron el uso de blockchain para liquidaciones de valores, pagos transfronterizos y la gestión de identidades. En 2020, la pandemia de COVID-19 aceleró la digitalización y la adopción de tecnologías emergentes, incluyendo blockchain, como una medida para mejorar la resiliencia y la transparencia de los sistemas financieros (Superintendencia Financiera de Colombia, 2020). La crisis sanitaria mundial subrayó la necesidad de sistemas más robustos y transparentes, llevando a un aumento en la inversión y la implementación de soluciones basadas en blockchain.

Boyacá ha sido históricamente una región afectada por el lavado de activos debido a su ubicación estratégica y proximidad a zonas de producción de sustancias ilícitas. A lo largo de las últimas décadas, la región ha enfrentado desafíos significativos en la lucha contra el lavado de

activos, con diversas estrategias implementadas por las autoridades locales y nacionales. En 2010, la Fiscalía General de la Nación identificó a Boyacá como un punto crítico para el tráfico de drogas y otras actividades ilegales, lo que llevó a un aumento en las medidas de control y prevención (Fiscalía General de la Nación, 2021). Estas medidas incluyeron la colaboración entre agencias gubernamentales y la implementación de sistemas más estrictos para monitorear y reportar transacciones sospechosas.

En Colombia, la normativa relacionada con el uso de blockchain y la lucha contra el lavado de activos ha evolucionado considerablemente en los últimos años. En 2016, el país adoptó nuevas regulaciones para combatir el lavado de activos y financiar el terrorismo, enfocándose en mejorar la transparencia y la trazabilidad de las transacciones financieras (Superintendencia Financiera de Colombia, 2020). Estas regulaciones incluyeron la introducción de mecanismos de reporte obligatorio para las instituciones financieras y la creación de unidades especializadas dentro de las fuerzas del orden para investigar delitos financieros.

Además, se identificarán y analizarán varios puntos de referencia cruciales para evaluar la integración de blockchain en los sistemas financieros de Boyacá. Estos puntos incluirán el seguimiento de los cambios normativos, la evaluación de estudios de caso específicos y la recolección de opiniones y experiencias de las autoridades financieras, bancos y otras entidades involucradas en la implementación de blockchain.

El seguimiento de los cambios normativos será crucial para entender cómo las regulaciones están evolucionando para apoyar la adopción de blockchain, mientras que los estudios de caso ofrecerán ejemplos concretos de cómo blockchain ha sido utilizado para combatir el lavado de activos en otras jurisdicciones. Finalmente, la recolección de feedback de los stakeholders proporcionará una visión completa de las percepciones y experiencias de

aquellos directamente involucrados en la implementación de blockchain.

5. Hipótesis de Trabajo

5.1. Hipótesis General

La integración de la tecnología blockchain con los sistemas financieros tradicionales tiene el potencial de mejorar la detección y prevención del lavado de activos en el departamento de Boyacá, Colombia

6. Metodología de Investigación

6.1. Tipo de Estudio

El estudio es de tipo aplicado, con un enfoque exploratorio y descriptivo. La investigación aplicada tiene como finalidad comprender cómo la integración de la tecnología blockchain en los sistemas financieros tradicionales puede contribuir a la detección y prevención del lavado de activos en Boyacá, Colombia.

En la fase exploratoria, se buscará comprender el impacto del lavado de activos en la economía del departamento de Boyacá a través de entrevistas semiestructuradas con expertos. Asimismo, esta fase se dedicará a identificar las características claves de la tecnología blockchain que facilitan su aplicación en la lucha contra el lavado de activos, mediante una revisión bibliográfica de estudios y publicaciones en la temática.

En la fase descriptiva, se procederá a detallar las características, ventajas y desafíos asociados con la integración de blockchain en los sistemas financieros, cumpliendo con el objetivo de reconocer los principales desafíos tecnológicos, regulatorios y operacionales. Además, se explorará el nivel de disposición de las instituciones financieras y reguladoras de Boyacá para adoptar la tecnología blockchain, a través de encuestas aplicadas a profesionales del sector financiero.

6.2. Método de Investigación

El método de investigación será de tipo mixto, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos con el fin de proporcionar una comprensión integral del impacto de la integración de blockchain en los sistemas financieros de Boyacá y su potencial para la prevención del lavado de activos.

En cuanto al enfoque cualitativo, se realizarán entrevistas semiestructuradas con expertos en blockchain, lavado de activos y sistemas financieros tradicionales. Este método permitirá profundizar en el impacto del lavado de activos en la estabilidad económica y financiera de Boyacá, así mismo, estas entrevistas contribuirán a identificar las características claves de la tecnología blockchain que facilitan su aplicación en la lucha contra el lavado de activos. Además, se llevarán a cabo estudios de caso de implementaciones exitosas de blockchain en otros contextos, para identificar mejores prácticas y lecciones aprendidas

Por otro lado, en el enfoque cuantitativo se diseñarán y aplicarán encuestas a profesionales del sector financiero en Boyacá para recoger datos sobre el estado actual de las prácticas de cumplimiento normativo y la disposición de las instituciones para adoptar blockchain en sus operaciones. Estas encuestas proporcionarán una visión cuantificable de la percepción de la tecnología blockchain y su potencial adopción en el sistema financiero local.

6.3. Fuentes y Técnicas de Recolección de la Información

La recolección de información se basará en el uso de fuentes primarias y fuentes secundarias. Las fuentes primarias incluirán entrevistas semiestructuradas con expertos en blockchain, finanzas y cumplimiento normativo. Estas entrevistas proporcionarán información cualitativa detallada y perspectivas especializadas sobre la integración de blockchain en los sistemas financieros, permitiendo comprender de manera más profunda los desafíos y

oportunidades que presenta esta tecnología. Además, se realizarán encuestas a profesionales del sector financiero en Boyacá, con el propósito de recolectar datos cuantitativos sobre su percepción y disposición hacia la adopción de blockchain en sus operaciones.

Por otro lado, las fuentes secundarias consistirán en una revisión exhaustiva de la literatura académica relacionada con blockchain, lavado de activos y sistemas financieros tradicionales. Se incluirán informes y estudios de organizaciones internacionales, como el Banco Mundial y la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC), los cuales ofrecerán un contexto global sobre el uso de blockchain en la lucha contra el lavado de activos.

6.4. Tratamiento de la Información

El tratamiento de la información se realizará de manera rigurosa y sistemática para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. En el análisis cualitativo, se empleará el análisis temático para identificar patrones sobre la adopción de blockchain en la prevención del lavado de activos.

En cuanto al análisis cuantitativo, los datos obtenidos de las encuestas serán analizados mediante técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales para identificar tendencias, correlaciones y diferencias significativas en las percepciones y prácticas de los profesionales financieros en Boyacá. Para este propósito, se aplicará el coeficiente de correlación de Pearson para medir la relación entre variables como la percepción de blockchain y la disposición a adoptarlo, acompañado del valor p para verificar la significancia estadística. El procesamiento y análisis de estos datos cuantitativos se realizará utilizando Microsoft Excel.

7. Definición de Variables

Las variables de este estudio están diseñadas para entender el impacto de la integración de blockchain en los sistemas financieros tradicionales en la detección y prevención del lavado

de activos en el departamento de Boyacá, Colombia. Se analizará las siguientes variables:

El nivel de conocimiento sobre blockchain se refiere al grado de familiaridad y comprensión que tienen los actores financieros sobre esta tecnología y sus posibles aplicaciones. Es un elemento crucial para su adopción, ya que un conocimiento insuficiente puede ser una barrera significativa para la implementación efectiva. Según Mougayar (2016), contar con un conocimiento adecuado sobre blockchain permite a las instituciones identificar las oportunidades y los retos tecnológicos asociados, facilitando su integración en los sistemas financieros. Además, Swan (2015) subraya que la difusión del conocimiento y la capacitación de los actores involucrados son fundamentales para superar las barreras iniciales de adopción, especialmente en entornos donde la tecnología es novedosa.

La percepción de la eficacia de blockchain evalúa cómo los actores financieros consideran su capacidad para mejorar la detección y prevención del lavado de activos. La confianza en la tecnología es esencial para su adopción, y esta confianza se sustenta en características como la transparencia y la inmutabilidad. Pilkington (2016) destaca que estas propiedades fortalecen los sistemas financieros al garantizar registros confiables y trazabilidad de las transacciones. Asimismo, Casino, Dasaklis y Patsakis (2019) señalan que las percepciones positivas de blockchain suelen estar directamente relacionadas con su habilidad para generar registros seguros y rastreables, lo que mejora significativamente la detección de actividades ilícitas y aumenta la confianza en el sistema.

La disposición a adoptar blockchain mide la actitud de las instituciones financieras hacia la implementación de esta tecnología en sus operaciones. Según Rogers (2003), en su teoría de la difusión de innovaciones, la adopción de nuevas tecnologías depende de factores como la percepción de beneficios, la compatibilidad con los sistemas existentes y la complejidad

percibida. Estos elementos determinan la velocidad y la aceptación con que una tecnología se integra en un entorno organizacional. Ripple (2018) también resalta que la integración de blockchain requiere un cambio cultural y organizacional significativo, ya que su éxito depende de la aceptación tanto por parte de directivos de la organización como de los usuarios finales.

Los obstáculos percibidos para la implementación de blockchain incluyen desafíos tecnológicos, regulatorios y operacionales que dificultan su adopción en los sistemas financieros. Zohar (2015) identifica que la falta de un marco normativo claro y las dificultades de interoperabilidad con los sistemas tradicionales son barreras clave para su implementación. Peters y Panayi (2016) también enfatizan la importancia de desarrollar regulaciones específicas que garanticen un uso seguro de blockchain, al tiempo que abordan los problemas relacionados con la integración tecnológica y los costos asociados.

El interés en capacitación sobre blockchain evalúa la disposición de los profesionales financieros para recibir formación sobre el uso y las aplicaciones de esta tecnología. Según Catalini y Gans (2016), la capacitación es un factor esencial para cerrar la brecha de conocimiento tecnológico y facilitar la adopción de blockchain. Este tipo de formación no solo mejora las competencias técnicas de los actores involucrados, sino que también incrementa su confianza en la tecnología, permitiendo que las instituciones estén mejor preparadas para enfrentar los retos asociados a su implementación.

El análisis de estas variables se centrará en describir la relación entre el nivel de adopción de blockchain y su efectividad en la detección del lavado de activos, así como explorar la disposición de las instituciones financieras y reguladoras para incorporar esta tecnología en sus operaciones, permitiendo obtener una visión clara sobre el potencial de integración del blockchain en los sistemas financieros de Boyacá, identificando los factores que favorecen o

limitan su implementación efectiva.

8. Definición Operacional

Dado que esta investigación combina técnicas cualitativas y cuantitativas, orientadas a comprender el impacto del lavado de activos en la estabilidad del sistema financiero de Boyacá, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con expertos en blockchain, finanzas y cumplimiento normativo. Estas entrevistas ofrecieron una visión detallada sobre la percepción de la integración de blockchain como una herramienta complementaria en los sistemas financieros tradicionales para la detección y prevención del lavado de activos.

Simultáneamente, se diseñó y validó un cuestionario estructurado, aplicado a profesionales del sector financiero en Boyacá y a otros expertos en las áreas claves de la investigación. Este cuestionario permitió la recolección de datos cuantitativos sobre el nivel de disposición de las instituciones financieras para adoptar blockchain, identificando los principales desafíos tecnológicos, regulatorios y operacionales que afectan su implementación.

La información recopilada mediante estas técnicas permitirá validar las percepciones de los profesionales sobre los procesos de implementación y control de blockchain en sus instituciones, y servirá para determinar las herramientas y recursos necesarios que faciliten una adopción efectiva de esta tecnología.

9. Población y Muestra

9.1. Población

Boyacá, un departamento central de Colombia, cuenta con un robusto sistema financiero que apoya su dinámica económica y social. Las entidades financieras en Boyacá desempeñan un papel esencial en la promoción del desarrollo económico local, ofreciendo una amplia gama de servicios que van desde la banca personal hasta el financiamiento empresarial. Estas

instituciones están compuestas por oficinas físicas de bancos comerciales, cooperativas de ahorro y crédito, compañías de financiamiento, e instituciones micro financieras.

Las oficinas bancarias en Boyacá no solo ofrecen servicios financieros tradicionales, como cuentas de ahorro y corriente, préstamos y servicios de inversión, sino que también brindan asesoramiento financiero y servicios personalizados que fomentan la inclusión financiera.

Bancos como Bancolombia, BBVA, Davivienda, Banco de Bogotá y Banco Popular tienen sucursales en varias ciudades y municipios del departamento, asegurando que tanto los habitantes urbanos como los rurales tengan acceso a servicios bancarios esenciales.

Además de las oficinas bancarias, los corresponsales bancarios juegan un papel crucial en la extensión de los servicios financieros a áreas más remotas y de difícil acceso. Estos corresponsales son entidades autorizadas, como tiendas locales y pequeños negocios, que actúan como intermediarios entre los bancos y los clientes. Ofrecen servicios básicos como depósitos, retiros, pagos de servicios y consultas de saldo, facilitando el acceso a servicios financieros sin la necesidad de desplazarse a una oficina bancaria.

De acuerdo con la Superfinanciera, el Departamento de Boyacá cuenta con un total de 18.355 entidades financieras compuestas por número de Oficinas y numero de corresponsales bancarios a lo largo del departamento, estas oficinas se dividen en establecimientos bancarios, compañía de financiamiento, cooperativa de carácter financiero, institución oficial especial y Sociedades Especializadas en Depósito Electrónicos – SEDPES (Superintendencia Financiera de Colombia, 2023).

Tabla 1*Distribución de las entidades financieras en Boyacá, Colombia*

Tipo Entidad	No. de Oficinas	No. de corresponsales bancarios
Sociedades Especializadas en Depósitos Electrónicos - SEDPES	0	5150
CF-Compañía de Financiamiento	12	368
BC-Establecimiento Bancario	169	11599
Cooperativas de carácter financiero	7	1049
Institución Oficial Especial	1	0
Total	189	18166

Nota: En la tabla se presenta la consolidación del tipo de entidades y su representación a lo largo del departamento, información tomada del visor geográfico de la Superintendencia Financiera de Colombia, 2023 y adaptada en el 2024.

Se puede evidenciar que, de acuerdo con la información de la Superintendencia Financiera de Colombia, el departamento de Boyacá cuenta con 18.355 entidades financieras, distribuidas en 189 oficinas y 18.166 corresponsales bancarios.

9.2. Definición de la Muestra

Teniendo en cuenta que la Población objetivo es de 18.355 entidades financieras, incluyendo bancos, corporaciones financieras y compañías de financiamiento, las cuales cuentan con el potencial de Implementación de la tecnología Blockchain, se procede a hallar la muestra a la cual se realizará la encuesta con base en la metodología de Murray y Larry (2005), los cuales definen la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2 * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * \sigma^2}$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra poblacional

N = El tamaño de la población

σ = Desviación estándar de la población. Ya que se desconoce el dato se utilizará un

valor constante que equivale a 0.5

Z = Constante asignada de acuerdo con el nivel de confianza, que para el ejercicio será del 85% y se asignará la constante equivalente a 1.42

E = Error (11%)

Entonces:

$$n = \frac{(1.42)^2 * (0.5)^2 * 18.355}{(0.11)^2 * (18.355 - 1) + (1.42)^2 * (0.5)^2}$$

Operando se determinó que el tamaño de la muestra es igual a:

$$n = 42$$

La selección de la muestra para esta investigación, compuesta por 42 entidades financieras, se fundamenta en criterios metodológicos específicos que aseguran su validez dentro del marco del estudio exploratorio. De acuerdo con la metodología propuesta por Murray y Larry (2005), este tamaño de muestra garantiza un nivel de confianza del 89% y un margen de error del 11%. Dichos valores son apropiados para investigaciones de carácter exploratorio-descriptivo, donde el objetivo principal es establecer tendencias iniciales y generar hipótesis para estudios más extensos en el futuro.

La muestra incluye bancos, corporaciones financieras y compañías de financiamiento, que representan los actores más relevantes del sistema financiero en Boyacá. Este enfoque asegura una cobertura representativa de las tipologías clave de instituciones financieras en la región, permitiendo captar las percepciones de los actores más influyentes en torno a la adopción de blockchain como herramienta para la detección y prevención del lavado de activos.

Es importante mencionar que el enfoque exploratorio del trabajo prioriza un análisis inicial sobre la temática, buscando identificar patrones y tendencias en lugar de generar

resultados estadísticos completamente generalizables. El diseño de la muestra se centró en garantizar una adecuada representatividad sectorial, incluyendo entidades que reflejan las dinámicas clave del sistema financiero en Boyacá, lo que asegura un panorama relevante y contextualizado para los objetivos del estudio planteado.

10. Medición de Variables

Para la medición de variables, se implementaron dos procesos de validación utilizando las metodologías de Face Validity y Content Validity. La metodología Face Validity se enfocó en la evaluación de la relevancia de las preguntas incluidas en la herramienta utilizada. Para ello, se clasificaron las preguntas en tres categorías: “Relevante”, “Poco Relevante” y “No Relevante”. Este proceso se llevó a cabo mediante una encuesta aplicada a un grupo de 7 personas seleccionadas aleatoriamente de la muestra, todas con conocimiento en el tema de estudio o como potenciales usuarios del cuestionario.

Por otro lado, se diseñó un cuestionario con el objetivo de aplicar la metodología Content Validity, destinada a validar la pertinencia de la información incluida en el cuestionario mediante el juicio de expertos. Esta encuesta fue aplicada a un grupo de 4 especialistas en SARLAFT, Blockchain y sistemas financieros tradicionales, quienes evaluaron la calidad y relevancia del contenido propuesto.

10.1. Resultado del Content Validity

Posterior a la aplicación del Content Validity del cuestionario, desde las perspectivas de los expertos en temáticas como la adopción de la Tecnología Blockchain, Normatividad financiera y tecnológica, y prevención del lavado de activos, revela que el cuestionario está bien alineado con los objetivos del estudio, debido a que las preguntas abordan aspectos críticos como el nivel de conocimiento, la disposición a adoptar la tecnología y la percepción de la seguridad y

eficacia de Blockchain en el control de lavado de activos en el sistema financiero.

10.2. Resultado del Face Validity.

Para la ponderación e interpretación del nivel de relevancia de cada una de las preguntas, se tomó el resultado de cada una y se dividió por el número total de participantes que respondieron el cuestionario. La interpretación se realizó de acuerdo con los siguientes promedios establecidos:

- De 2.5 a 3, se considerará como "Relevante".
- De 1.5 a 2.4 se considerará como "Poco relevante".
- Menor a 1.4 se considerará como "No relevante".

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 1

Tabulación, análisis y ponderación de los resultados del face validity

Pregunta	Calificación	Nivel de relevancia
Pregunta No. 1	1.6	Poco relevante
Pregunta No. 2	1.2	No relevante
Pregunta No. 3	3	Relevante
Pregunta No. 4	3	Relevante
Pregunta No. 5	3	Relevante
Pregunta No. 6	3	Relevante
Pregunta No. 7	2.8	Relevante
Pregunta No. 8	3	Relevante
Pregunta No. 9	3	Relevante
Pregunta No. 10	3	Relevante
Pregunta No. 11	3	Relevante
Pregunta No. 12	3	Relevante
Pregunta No. 13	3	Relevante
Pregunta No. 14	3	Relevante

Nota: En la tabla se presenta la consolidación y ponderación de los resultados del face validity proporcionados por expertos técnicos, académicos, profesionales del sector y/o miembros del público objetivo del instrumento, en relación con el instrumento de sondeo sobre el impacto de la adopción de tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024

De acuerdo con los resultados obtenidos, se infirió que la mayoría de las preguntas presentaban un alto nivel de relevancia para el ejercicio académico. Sin embargo, se identificó

que la pregunta relacionada con el género no resultó relevante, lo que llevó a ajustar el instrumento eliminando dicha pregunta. Tras esta modificación, el formulario base de la investigación quedó con una adecuada dispersión y listo para ser implementado en la muestra de la población objeto de estudio.

11. Aplicación y Modelación del Instrumento de Sondeo

11.1. Aplicación del Instrumento de Sondeo

Propósito: Esta encuesta tiene como objetivo recopilar las opiniones y percepciones de los profesionales financieros de Boyacá sobre la tecnología Blockchain. El estudio busca entender cómo estos expertos ven la adopción, implementación y el impacto potencial de Blockchain en sus operaciones diarias y en la transformación digital del sector financiero. Los resultados ayudarán a identificar tendencias, oportunidades y desafíos para la integración de Blockchain en el ecosistema financiero de la región.

Fecha de aplicación: 10 al 16 de octubre de 2024

Técnica de recolección: Formulario de 13 preguntas cerradas de selección múltiple, respondidas por modalidad virtual.

Muestra: 42 personas vinculadas al sector financiero

11.2. Modelación de las Respuestas del Instrumento de Sondeo

11.2.1 Pregunta No. 1: *En que Rango de Edad se Encuentra Usted*

Tabulación

Tabla 3

Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 1

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Menor de 18	0	0%
19 a 24 años	13	31%
25 a 34 años	18	42.9%
34 a 44 años	5	11.9%
45 a 54 años	2	4.8%

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Más de 55 años	4	9.5%
Totales	42	100%

Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 1 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024

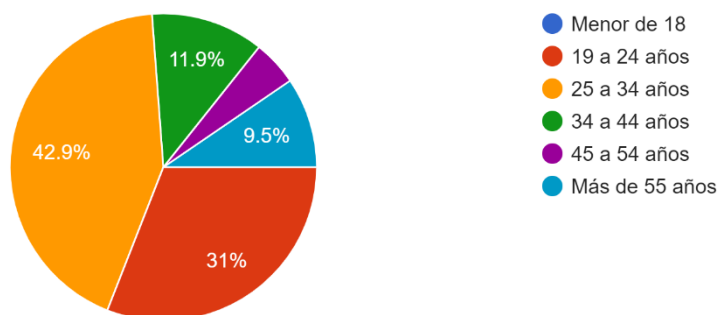
Grafica

Ilustración 1

Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 1

En que rango de edad se encuentra usted

42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de google forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 1 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica indica que el 73.9% de los encuestados se agrupa en el rango de 19 a 34 años.

Por su parte, la población entre 34 y 54 años representa el 21.4%, mientras que solo el 4.8% corresponde a personas mayores de 55 años. No se registró participación de menores de 18 años.

En este sentido, la muestra de estudio se compone mayoritariamente de una audiencia adulta.

11.2.2. Pregunta No. 2: Nivel de Educación

Tabulación

Tabla 2

Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 2

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Técnico	8	19%
Pregrado	18	42.9%

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Especializado	9	21.4%
Maestrante	6	14.3%
Doctorado	1	2.4%
Totales	42	100%

Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 2 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024

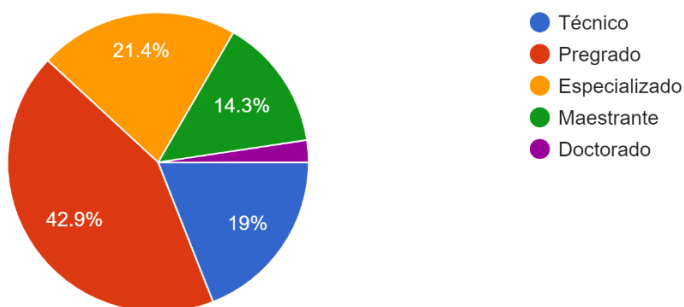
Gráfica

Ilustración 2

Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 2

Nivel educación

42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. Los resultados obtenidos en la pregunta 2 del instrumento de sondeo sobre la adopción de tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La muestra de estudio está compuesta en un 61.9% por técnicos y profesionales en nivel de pregrado, mientras que el 38.1% de los encuestados posee estudios de posgrado. Este resultado sugiere que la mayoría de los participantes se encuentra en etapas iniciales o intermedias de su formación académica, mientras que una porción menor ha alcanzado niveles de formación avanzada.

11.2.3. Pregunta No. 3 Años de Experiencia en el Sector

Tabulación

Tabla 3*Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 3*

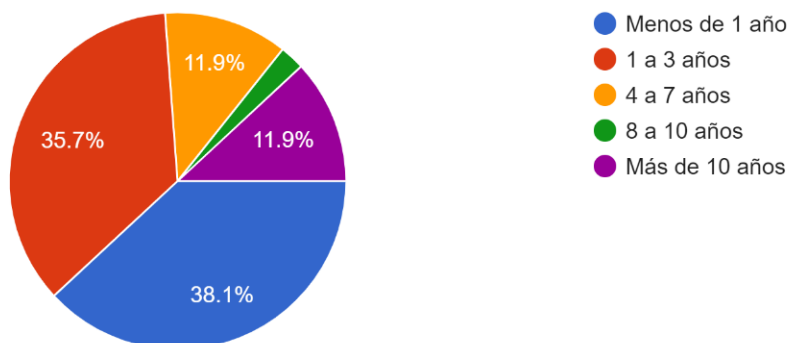
Opciones	Cantidad	Porcentaje
Menos de 1 año	16	38.1%
1 a 3 años	15	35.7%
4 a 7 años	5	11.9%
8 a 10 años	1	2.4%
Más de 10 años	5	11.9%
Totales	42	100%

Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 3 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024

Gráfica**Ilustración 3***Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 3*

Años de experiencia en el sector

42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 3 del instrumento de sondeo sobre la adopción de tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica muestra que más del 72% de los encuestados tiene menos de 3 años de experiencia en el sector, un 11.9% posee entre 4 y 7 años de experiencia, y más del 13% cuenta con más de 8 años en el sector. Lo que sugiere que la mayoría de los participantes tiene una experiencia limitada, con una menor proporción de encuestados con un recorrido más extenso en

su carrera profesional.

11.2.4. Pregunta No. 4 Cargo actual

Tabulación

Tabla 4

Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 4

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Analista	17	40.5%
Supervisor	5	11.9%
Gerente	4	9.5%
Director	1	2.4%
Docente	3	7.1%
Asesor	2	4.8%
Independiente	2	4.8%
Diseñador	1	2.4%
Oficial de Cumplimiento	1	2.4%
Auxiliar	3	7.1%
Pensionado	1	2.4%
Oficial Mayor	1	2.4%
Comerciante	1	2.4%
Totales	42	100%

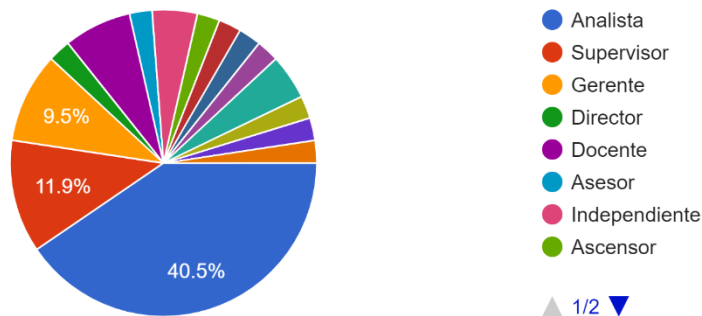
Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 4 del instrumento de sondeo sobre la de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024

Grafica

Ilustración 4

Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 4

Cargo actual
42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 4 del instrumento de sondeo sobre la adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica muestra que la mayor parte de los encuestados ocupa el cargo de analista 40.5%. Los cargos de supervisor 11% y tienen una menor representación. Los demás roles, como director, docente, asesor e independiente, en un 47.7%, en cargos de mayor jerarquía o especialización desde gerentes a oficiales de cumplimiento.

11.2.5. Pregunta No. 5 Nivel de Conocimiento sobre Tecnología Blockchain

Tabulación

Tabla 5
Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 5

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Ninguno	4	9.5%
Básico	23	54.8%
Intermedio	12	28.6%
Avanzado	3	7.1%
Totales	42	100%

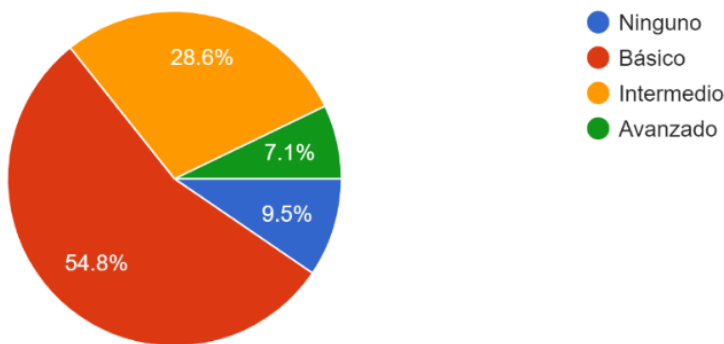
Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 5 del instrumento de sondeo sobre la adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Gráfica

Ilustración 5

Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 5

Nivel de conocimiento sobre tecnología blockchain
42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 5 del instrumento de sondeo sobre la adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica evidencia el nivel de conocimiento sobre tecnología blockchain. El 54.8% tiene un conocimiento básico, mientras que un 28.6% se ubica en el nivel intermedio. Solo el 7.1% de los participantes reporta un conocimiento avanzado, y un 9.5% afirma no tienen conocimiento sobre esta tecnología. Lo que sugiere que, aunque la mayoría tiene un entendimiento inicial o básico sobre blockchain, el conocimiento profundo o avanzado es limitado entre los encuestados dada la falta de correlación de oferta de las instituciones de educación superior del país enfocadas a programas de índole digital como lo es la tecnología emergente (blockchain) y distintas innovaciones en el área de la tecnología que pueden ser disruptivas positivamente en un contexto nacional.

11.2.6. Pregunta No. 6 Fuente de Conocimiento sobre Blockchain

Tabulación

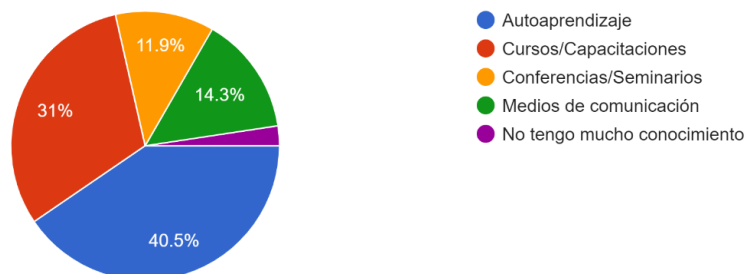
Tabla 6*Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 6*

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Autoaprendizaje	17	40.5%
Cursos / Capacitaciones	13	31%
Conferencias /Seminarios	5	11.9%
Medio de Comunicación	6	14.3%
No tengo mucho conocimiento	1	2.4%
Totales	42	100%

Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 6 del instrumento de sondeo sobre la adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024

Gráfica**Ilustración 6***Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 6*

Fuente de conocimiento sobre blockchain
42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 6 del instrumento de sondeo sobre la adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica muestra las fuentes de conocimiento sobre blockchain de los encuestados. El 40.5% adquirió su conocimiento a través de autoaprendizaje, mientras que un 31% lo obtuvo mediante cursos o capacitaciones. Un 14.3% de los participantes mencionó que su fuente fueron los medios de comunicación, y un 11.9% asistió a conferencias o seminarios. Solo un 2.4% indicó que no tiene mucho conocimiento sobre la tecnología. Lo que sugiere que la mayoría de

los encuestados ha adquirido conocimientos de blockchain de manera autónoma o a través de cursos estructurados, con menor dependencia de fuentes externas como medios de comunicación o eventos específicos. Pese a unas universidades que están incursionando, la oferta educativa es limitada en relación a tecnologías convencionales. La infraestructura tecnológica es otro punto de inflexión agudo dada la falta de inversión en laboratorios, en software especializado y sobretodo en docentes con el perfil idóneo para una formación adecuada tanto técnica como proactiva en fin de capacitar personas que creen estrategias que aporten desarrollo y seguridad al país. Adicionalmente, se presentan distintas barreras de entrada por la significancia de la esencia de blockchain como sus conceptos técnicos de complejidad media para quienes no tengan un cimiento sólido en conceptos y manejo de informática.

11.2.7. Pregunta No. 7 Percepción sobre la Eficacia de Blockchain para Combatir el Lavado de Activos

Tabulación

Tabla 7

Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 7

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Muy eficaz	11	26.2%
Eficaz	20	47.6%
Neutral	10	23.8%
Poco eficaz	1	2.4%
Nada eficaz	0	0%
Totales	42	100%

Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 7 del instrumento de sondeo sobre la adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

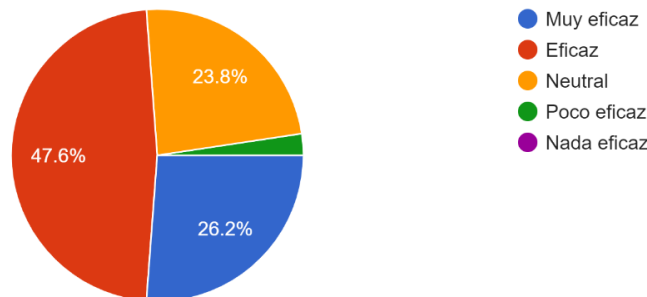
Gráfica

Ilustración 7

Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 7

Percepción sobre la eficacia de blockchain para combatir el lavado de activos

42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 7 del instrumento de sondeo sobre la adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica muestra la percepción de los encuestados sobre la eficacia de la tecnología blockchain para combatir el lavado de activos. Un 47.6% considera que es muy eficaz, mientras que un 26.2% opina que es eficaz. Un 23.8% se posiciona como neutral respecto a su eficacia, y solo un 2.4% cree que es poco eficaz. Ningún participante considero que blockchain es nada eficaz. Por ello, gran parte de los encuestados tiene una percepción positiva sobre el potencial de blockchain en la lucha contra el lavado de activos, aunque existe una proporción notable que se muestra neutral ante esta cuestión. La adopción del blockchain en el sistema financiero supone retos de distintas variables a consideración. Sin embargo, muestra una ventaja en el rastreo de transacciones, la identificación de patrones y la verificación de identidad que combinadas con una buena regulación y cooperación internacional da como resultado una formula eficaz en la lucha contra el lavado de activos.

11.2.8. Pregunta No. 8 Confianza en la Seguridad de las Transacciones Realizadas con Blockchain

Tabulación

Tabla 8

Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 8

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Muy eficaz	15	35.7%
Eficaz	19	45.2%
Neutral	8	19%
Poco eficaz	0	0%
Nada eficaz	0	0%
Totales	42	100%

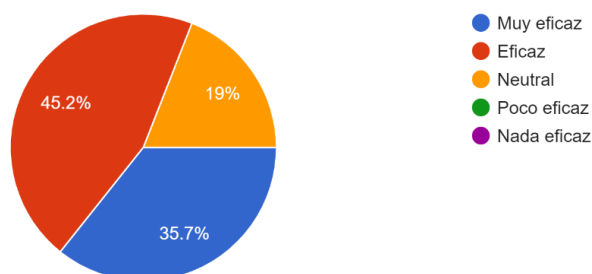
Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 8 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024

Gráfica

Ilustración 7

Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 8

Confianza en la seguridad de las transacciones realizadas con blockchain
42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 8 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica muestra la confianza de los encuestados en la seguridad de las transacciones realizadas con blockchain. El 45.2% considera que blockchain es eficaz para garantizar la seguridad, mientras que el 35.7% lo percibe como muy eficaz. Un 19% de los participantes se

mantiene neutral, y no hay percepciones de que blockchain sea poco o nada eficaz en términos de seguridad. Lo que se infiere una alta confianza en la capacidad de blockchain para asegurar las transacciones, con una mayoría de encuestados considerándolo eficaz o muy eficaz.

11.2.9. Pregunta No. 9 Disposición a Adoptar Tecnologías Blockchain en su Institución

Tabulación

Tabla 9

Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 9

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Totalmente dispuesto	11	26.2%
Dispuesto	27	64.3%
Neutral	4	9.5%
Poco dispuesto	0	0%
Nada dispuesto	0	0%
Totales	42	100%

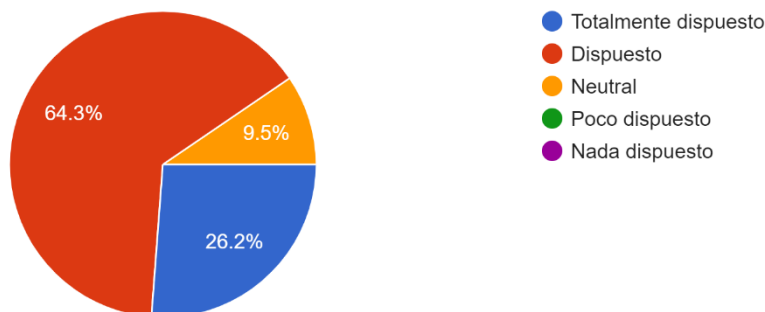
Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 9 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Gráfica

Ilustración 8

Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 9

Disposición a adoptar tecnologías blockchain en su institución
42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 9 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica muestra la disposición de los encuestados para adoptar tecnologías blockchain en sus instituciones. El 64.3% se declara dispuesto a implementar esta tecnología, mientras que un 26.2% está totalmente dispuesto. Solo un 9.5% se mantiene neutral, y no hay participantes que se consideren poco o nada dispuestos a adoptar blockchain. Lo que infiere una actitud mayoritariamente favorable hacia la adopción de tecnologías blockchain en las instituciones, con un alto grado de apertura y disposición entre los encuestados.

11.2.10. Pregunta No. 10 Factores que Influyen en la Disposición a Adoptar Blockchain

Tabulación

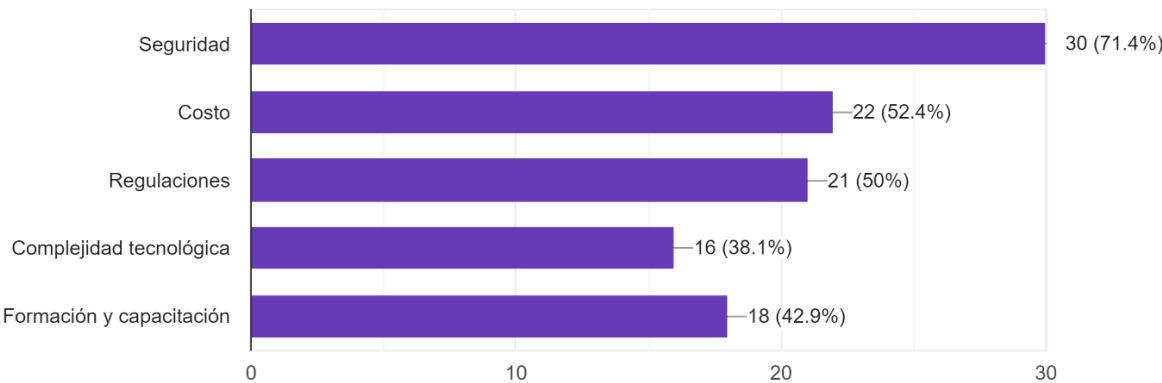
Tabla 10
Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 10

Opciones	Cantidad	Relación de Porcentaje
Seguridad	30	71.4%
Costo	22	52.4%
Regulaciones	21	50%
Complejidad Tecnológica	16	38.1%
Formación y capacitación	18	42.9%
Totales	107	-

Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 10 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Gráfica

Ilustración 10
Factores que influyen en la disposición a adoptar blockchain
42 respuestas



Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 10

Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 10 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica muestra los factores que influyen en la disposición de los encuestados para adoptar blockchain. El 71.4% de los participantes considera la seguridad como el factor más importante. Le siguen el costo, mencionado por el 52.4%, y las regulaciones, con un 50%. La formación y capacitación influye en el 42.9% de los encuestados, mientras que la complejidad tecnológica es relevante para el 38.1%. Lo que indica que la seguridad es el factor decisivo para la mayoría, mientras que otros factores como el costo y las regulaciones también son relevantes, aunque en menor medida.

11.2.11. Pregunta No. 11 Obstáculos Percibidos para la Implementación de Blockchain en la Institución

Tabulación**Tabla 11**

Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 11

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Falta de conocimiento	14	33.3%
Costos de implementación	5	11.9%
Resistencia al cambio	10	23.8%
Inseguridad regulatoria	7	16.7%
Infraestructura tecnológica	5	11.9%
No aplica	1	2.4%
Totales	42	100%

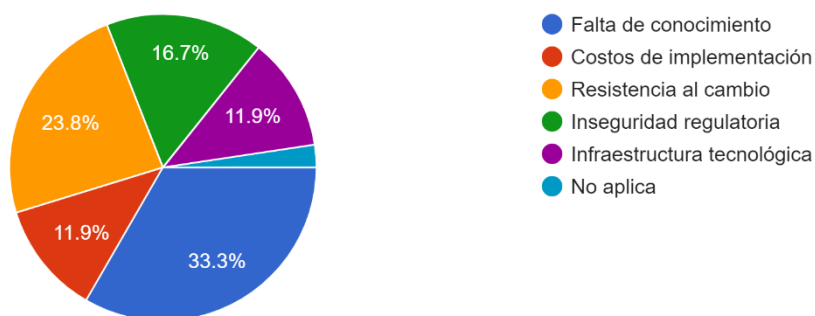
Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 11 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024

Gráfica

Ilustración 9

Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 11

Obstáculos percibidos para la implementación de blockchain en su institución
42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 11 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica muestra los obstáculos percibidos para la implementación de blockchain en las instituciones. El obstáculo más citado es la falta de conocimiento, mencionado por el 33.3% de los encuestados. Le siguen los costos de implementación con un 23.8%, y la inseguridad regulatoria con un 16.7%. Tanto la resistencia al cambio como la infraestructura tecnológica son señaladas por un 11.9% de los participantes cada una. Un pequeño porcentaje considera que no aplica. Lo que sugiere que la falta de conocimiento y los costos son los principales impedimentos para la adopción de blockchain, con factores regulatorios y tecnológicos también influyendo en menor medida.

11.2. 12. Pregunta No. 12 Interés en Recibir Capacitación sobre Blockchain

Tabulación

Tabla 12

Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 12

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Muy interesado	18	42.9%
Interesado	20	47.6%
Neutral	4	9.5%
Poco probable	0	0%
Nada probable	0	0%
Totales	42	100%

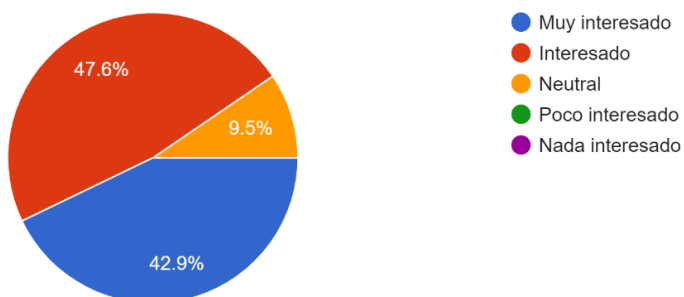
Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 12 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024

Gráfica

Ilustración 10

Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 12

Interés en recibir capacitación sobre blockchain
42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 12 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica muestra el interés de los encuestados en recibir capacitación sobre blockchain. El 47.6% de los participantes se declara interesado, mientras que el 42.9% está muy interesado. Solo un 9.5% se mantiene neutral. Sugiriendo un alto nivel de interés en aprender más sobre la tecnología blockchain entre la mayoría de los encuestados.

11.2.13. Pregunta No. 13 Probabilidad de Recomendar la Adopción de Blockchain en su Institución

Tabulación

Tabla 13

Tabulación, análisis y modelación de la pregunta No. 13

Opciones	Cantidad	Porcentaje
Muy probable	18	42.9%
Probable	18	42.9%
Neutral	5	11.9%
Poco probable	1	2.4%
Nada probable	0	0%
Totales	42	100%

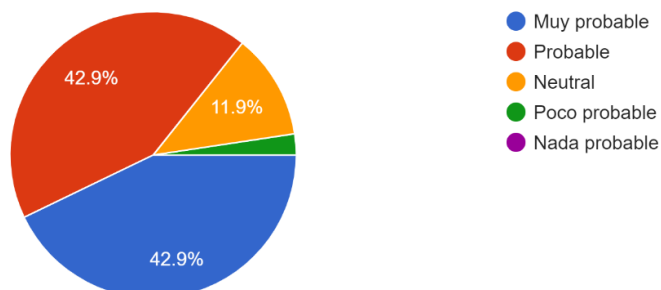
Nota: En la tabla se presenta la tabulación, análisis y modelación de los resultados obtenidos de la pregunta No. 13 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Gráfica

Ilustración 11

Distribución gráfica de los resultados de la pregunta 13

Probabilidad de recomendar la adopción de blockchain en su institución
42 respuestas



Nota. Los datos fueron obtenidos de un cuestionario en línea diseñado y distribuido a través de Google Forms, 2024. El gráfico muestra la distribución gráfica de los resultados obtenidos en la pregunta 13 del instrumento de sondeo sobre la posibilidad de adopción de la tecnología Blockchain en el sector financiero de Boyacá. Elaboración propia, 2024.

Interpretación

La gráfica muestra la probabilidad de que los encuestados recomienden la adopción de blockchain en sus instituciones. El 42.9% considera muy probable recomendar la adopción, y otro 42.9% lo ve como probable. Un 11.9% se mantiene neutral, mientras que solo un 2.4% considera poco probable hacer dicha recomendación. No hay encuestados que lo vean como nada probable. Lo que sugiere una disposición positiva entre la mayoría de los participantes para recomendar la implementación de blockchain en sus organizaciones.

11.3 Análisis de los Resultados de la Encuesta en Función de las Variables

Tabla 14

Resultados del análisis de correlación de Pearson y Valor P

Variables	Coefficiente de relación	Valor P
X1: Nivel de conocimiento sobre tecnología blockchain	0,165264485	0,869568235
X2: Disposición a adoptar tecnologías blockchain en su institución	0,493156679	0,624598566
X3: Interés en recibir capacitación sobre blockchain	0,40051115	0,690911282

Nota. La tabla presenta los resultados del análisis de correlación de Pearson entre las variables dependientes (X1, X2, X3) y la drble independiente Y. Elaboración propia, 2024

11.4. Interpretación del Coeficiente de Correlación de Pearson

- Relación entre Y y X1 ($r = 0,165$): El coeficiente de correlación es positivo, pero muy bajo. Indicando una relación lineal débil entre la variable independiente Y y la variable dependiente X1. En otras palabras, Y tiene muy poca influencia sobre X1.
- Relación entre Y y X2 ($r = 0,493$): Este coeficiente de correlación es moderado y sugiere que Y tiene una influencia mayor sobre X2 que sobre las otras variables dependientes. Sin embargo, aunque la correlación es moderada, es importante

verificar si es estadísticamente significativa (ver más adelante).

- Relación entre Y y X3 ($r = 0,400$): La correlación entre Y y X3 también es moderada, pero no tan fuerte como la que se observa con X2. A pesar de esto, sigue siendo más alta que con X1. En general, las variables X2 y X3 parecen tener una mayor relación con la variable dependiente Y que X1, aunque ninguna tiene una relación fuerte

11.5. Significancia Estadística - Valor P

- Valor p para Y y X1 ($p = 0,869$): El valor p es muy alto, lo que indica que la relación entre Y y X1 no es estadísticamente significativa. Lo que significa que, a pesar de haber una pequeña correlación positiva, no se puede concluir que exista una relación real entre estas variables; podría ser producto del azar.
- Valor p para Y y X2 ($p = 0,625$): Aunque el coeficiente de correlación entre Y y X2 es moderado ($r = 0,493$), el valor p es alto. Sugiriendo que esta correlación no es estadísticamente significativa. En consecuencia, no hay suficiente evidencia para afirmar que Y influye realmente sobre X2.
- Valor p para Y y X3 ($p = 0,691$): Al igual que con las otras variables, el valor p es alto, lo que indica que la relación entre Y y X3 tampoco es significativa. La moderada correlación observada entre Y y X3 no es suficiente para afirmar que hay una relación estadísticamente confiable. Ninguna de las variables predictoras tiene una influencia estadísticamente significativa en la variable dependiente Y según los valores p obtenidos.

A pesar de que se observan correlaciones moderadas entre Y y las variables X2 y X3, los altos valores p indican que estas relaciones no son estadísticamente significativas. En donde, no hay evidencia suficiente para concluir que, Y tiene un efecto claro sobre X1, X2, o X3 en este

conjunto de datos. Por tanto, cualquier relación observada podría ser producto del azar y no de una verdadera dependencia entre las variables.

11.6. Análisis de los Resultados Mediante la Regresión Lineal

Tabla 15

Análisis de la regresión lineal múltiple

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,517412109
Coeficiente de determinación R^2	0,26771529
R^2 ajustado	0,20990334
Error típico	0,693763239
Observaciones	42

Nota. La tabla presenta los resultados del análisis de regresión realizado entre las variables dependientes (X_1 , X_2 , X_3) y la variable independiente (Y). Los datos fueron obtenidos de los resultados de la encuesta de estudio y procesados mediante Microsoft Excel como herramienta estadística para el análisis de datos. Elaboración propia (2024).

Análisis

- Coeficiente de correlación múltiple (0,517): Indica una correlación moderada entre las variables dependientes y la variable independiente Y .
- Coeficiente de determinación ($R^2 = 0,267$): Solo el 26.77% de la variación de las variables dependientes es explicada por Y , lo que sugiere que el modelo tiene un poder explicativo limitado.
- R^2 ajustado (0,209): El R^2 ajustado es menor, lo que indica que el modelo puede no estar ajustándose de manera efectiva a los datos, y podría estar sobre ajustado por las variables X .
- Error típico (0,693): El error estándar del modelo es relativamente alto, lo que sugiere una gran variabilidad en los datos que no es capturada por el modelo

Tabla 16
Análisis del coeficientes de variables

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 89,0%	Superior 89,0%
Intercepción	0,607	0,663	0,916	0,366	-0,735	1,948	-0,478	1,691
Variable X 1	0,032	0,102	0,318	0,753	-0,175	0,240	-0,135	0,200
Variable X 2	0,511	0,230	2,219	0,033	0,045	0,977	0,134	0,888
Variable X 3	0,218	0,201	1,083	0,286	-0,189	0,625	-0,111	0,547

Nota. La tabla presenta los resultados del análisis de los coeficientes de las variables dependientes (X1, X2, X3) y la variable independiente (Y). Los datos fueron obtenidos a partir de los resultados de la encuesta del estudio y procesados utilizando Microsoft Excel como herramienta estadística para el análisis de datos. Elaboración propia (2024).

Análisis

- Intercepción (0,606): No es estadísticamente significativa ($p = 0,365$), por lo que su contribución al modelo es irrelevante.
- Variable X1 (0,032): El valor p de 0,752 indica que X1 no es una variable significativa en el modelo.
- Variable X2 (0,510): Es la única variable significativa ($p = 0,032$), lo que indica que tiene un impacto positivo moderado en Y.
- Variable X3 (0,217): No es significativa ($p = 0,285$), lo que sugiere que X3 no tiene un impacto estadísticamente relevante sobre Y.

El modelo de regresión muestra que solo la variable X2 tiene un impacto significativo sobre la variable independiente Y, mientras que las variables X1 y X3 no son significativas. Sin embargo, el poder explicativo del modelo es bajo ($R^2 = 26.77\%$), lo que sugiere que este modelo no captura bien la variabilidad en Y.

12. Discusión de Resultados

12.1. Impacto del lavado de activos en la economía y aplicación de la Tecnología Blockchain en Colombia

Una empresa colombiana ubicada en el sector financiero llevo a cabo un estudio internacional que se puede replicar en todas las entidades adscritas a la SFC. Se efectuó una alianza de Bancolombia con la plataforma Corda, donde se destaca cómo las instituciones financieras pueden beneficiarse de la blockchain para optimizar sus operaciones y combatir el lavado de activos (Bancolombia, 2020). Otro ejemplo relevante es el de Estonia, quienes han implementado blockchain a nivel nacional, mejorando la seguridad y eficiencia de su administración pública, lo que puede servir de modelo para Colombia (e-Estonia, 2020). Por ende, este tipo de políticas aplicadas se deben dar en competencia del Estado bajo la premisa de un marco de regulación claro y en línea con los principios de buena gobernanza que está estableciendo la OCDE en alianza con Colombia (estrategia de potencia digital) programa inaugurado los primeros días de agosto en un evento denominado: “Cumbre Latinoamericana de Inteligencia Artificial”, la cual vislumbra a Colombia como líder en el campo de la integración y aplicación de la IA confirmando lo acordado entre actores clave, bajo la gran premisa de un futuro tecnológico sostenible y equitativo llevado a término por el actual ministro de las TIC para Colombia, el Dr. Mauricio Lizcano.

En Colombia, la implementación de Blockchain en el sector financiero aún está en sus primeras etapas, pero aplicaciones como pagos y remesas transfronterizas muestran un gran potencial. Los contratos inteligentes y la identidad digital también ofrecen mejoras en seguridad y cumplimiento financiero (Rauchs et al., 2018). En este orden ideas se demuestra como el

surgimiento de la política de finanzas abiertas establecida por el gobierno a principios del presente año denota un paso más a la generación de datos abiertos e inclusivos entre entidades bancarias adscritas al banco de la república y la SFC.

Para el año de 2019 la Superintendencia Financiera de Colombia emitió directrices específicas sobre la adopción de tecnologías emergentes en el sector financiero, incluyendo blockchain, promoviendo la innovación mientras se asegura la protección de los consumidores y la integridad del sistema financiero (Superintendencia Financiera de Colombia, 2020). Tales directrices incentivaron a las instituciones financieras a explorar y adoptar tecnologías innovadoras, reconociendo el potencial de blockchain para mejorar la eficiencia y la seguridad en el sector financiero.

El marco legal evoluciona para enfrentar nuevas técnicas delictivas. Según lo contemplado en la Ley 190 de 1995 se introdujeron medidas importantes, y luego la Ley 599 de 2000 tipificó el lavado de activos como delito, estableciendo sanciones severas. La Unidad de Información y Análisis Financiero (UIAF) es responsable de monitorear actividades financieras sospechosas y colabora con autoridades nacionales e internacionales para prevenir este delito. Además, la Superintendencia Financiera de Colombia supervisa las instituciones financieras para garantizar el cumplimiento contra el lavado de dinero (UIAF, 2020).

El país es miembro activo de GAFILAT, una organización que promueve estándares internacionales para combatir el lavado de activos y el financiamiento del terrorismo, colaborando con otros países para fortalecer los marcos normativos (GAFILAT, 2021). Por consiguiente, se encontró que los delincuentes utilizan diversas técnicas, como la estructuración o "smurfing", donde dividen grandes sumas de dinero en pequeñas cantidades para evitar los controles bancarios. También se emplean el modelo de empresa fachada y el comercio

internacional, mediante la manipulación de facturas, para mover dinero ilícito. La compra de bienes raíces y el uso de criptomonedas son otros métodos utilizados para integrar fondos ilícitos en la economía formal (Levi, 2012; Unger & van Waarden, 2009; Foley, Karlsen, & Putniņš, 2019).

La valía de como los registros distribuidos pueden ayudar a distintos organismos a combatir la delincuencia y el blanqueo de capitales, busca mitigar la propagación exponencial de delitos cibernéticos los cuales se agudizan cada día más (COINTELEGRAPH, 2020). En el contexto nacional hay distintas implementaciones de blockchain donde una de ellas y la más representativa se encuentra en la Procuraduría General de la Nación junto con el Foro Económico Mundial lideraron un equipo multidisciplinario enfocado en la investigación, diseño y uso de la tecnología blockchain en procesos susceptibles de corrupción gubernamental. Otro de los casos con mayor relevancia se desarrolló en el Consejo Nacional de Investigación de Canadá (NRC) en el que se realizó un explorador de blockchain en relación con la administración transparente de contratos gubernamentales y datos de fiables con el público en general (Federación Latinoamericana de Bancos, 2024).

Ahora bien, Colombia ha implementado el Sistema de Administración del Riesgo de Lavado de Activos y Financiación del Terrorismo (SARLAFT) para mitigar estos riesgos, su efectividad en Boyacá es limitada por la falta de recursos y capacidad de las entidades locales. El MinTIC subraya la necesidad de adaptar las políticas de prevención a las realidades locales para mejorar la supervisión y control en la región (MinTIC, 2021).

12.2. Características de Blockchain para Combatir el Lavado de Activos y Desafíos Tecnológicos y/o Regulatorios

El potencial de la tecnología blockchain para mejorar la gestión de riesgos y prevenir

delitos financieros, como el lavado de dinero y el financiamiento del terrorismo, gracias a sus características de transparencia, inmutabilidad y trazabilidad. Estas propiedades hacen que sea difícil ocultar actividades ilícitas, permitiendo un control riguroso de las transacciones. No obstante, destacan que blockchain por sí sola no es suficiente. En fin, de identificar transacciones fraudulentas de manera efectiva, es necesario complementarla con otras tecnologías como la inteligencia artificial (IA), lo que incrementa la capacidad de los sistemas financieros para combatir el fraude de manera más eficiente.

Un desafío importante señalado por los expertos es la falta de un marco regulatorio adecuado, lo que dificulta la adopción de blockchain en ciertos países, como Colombia. La limitada infraestructura tecnológica y el escaso conocimiento sobre esta tecnología en las instituciones, incluidas las gubernamentales, frenan su implementación. A pesar de que el público está cada vez más familiarizado con los pagos digitales, el entorno normativo actual no favorece el desarrollo de criptomonedas ni la integración de blockchain. Los expertos coinciden en que es crucial impulsar esfuerzos institucionales y tecnológicos para superar estas barreras y aprovechar el potencial transformador de blockchain en la modernización del sistema financiero.

Además, los expertos destacan la capacidad de blockchain para democratizar el acceso a las finanzas, lo que facilita la participación de más personas en los mercados financieros a través de la propiedad fraccionada y plataformas accesibles. Este proceso de inclusión financiera refuerza la visión filosófica de blockchain como una herramienta para hacer las finanzas más accesibles y equitativas, incluso en contextos regulatorios desafiantes.

En términos generales, blockchain ofrece un marco robusto para mejorar la transparencia y seguridad en las transacciones financieras, pero su implementación exitosa depende de superar las barreras regulatorias y tecnológicas, especialmente en países en desarrollo. Además, su

combinación con tecnologías avanzadas como la IA representa una estrategia clave para optimizar la detección de fraudes. Al mismo tiempo, su capacidad para democratizar las finanzas abre nuevas oportunidades para la inclusión financiera, pero para maximizar estos beneficios, se requieren políticas regulatorias que faciliten su adopción e integración en los sistemas financieros globales.

El proceso inicia una vez creado el bloque génesis se procede a realizar transacciones registrando el intercambio de valor o datos entre las partes interesadas, luego se valida y adiciona a un nuevo bloque la transacción en red; de tal modo que los nodos (ordenadores participantes de la blockchain), verifican la validez de la transacción a través de la inteligencia artificial junto con el nodo regulador pertinente. Siguiendo a ello está el minado o validación donde se agrega el nuevo bloque a la cadena siempre y cuando el proceso de consenso sea efectuado y el proceso de “minado” se lleve a cabo para el registro de dicha transacción. En efecto recibirá una recompensa monetaria el minero de la transacción. Por último, se establece un encadenamiento de bloques conectando al bloque mediante un hash que es la interpretación de los datos que contiene el bloque.

El análisis tanto de la revisión bibliográfica como de los hallazgos de las entrevistas con expertos revela que la tecnología blockchain presenta características claves para abordar eficazmente el problema del lavado de activos. La transparencia, la inmutabilidad y la trazabilidad, atributos inherentes a esta tecnología fueron identificados como factores cruciales que permiten un control más riguroso sobre las transacciones financieras. De manera específica, se destacó que blockchain permite realizar un monitoreo en tiempo real de las transacciones, lo que facilita la identificación temprana de patrones sospechosos.

En este punto queda entre dicho que, la capacidad de la tecnología para garantizar que los

registros no puedan ser alterados o eliminados sin dejar huella la convierte en una herramienta poderosa en la lucha contra el lavado de activos. Además, los expertos subrayaron que blockchain facilita la automatización de procesos de auditoría y verificación, lo que reduce la posibilidad de errores humanos y aumenta la eficiencia en el cumplimiento de las regulaciones legales existentes en materia del lavado de activos y lucha contra el narcotráfico.

12.3. Retos Tecnológicos y/o Regulatorios

A pesar de las capacidades que ofrece blockchain, los resultados del estudio indicaron que existen grandes retos para su adopción en Boyacá. Uno de los principales desafíos identificados es la falta de infraestructura tecnológica adecuada, lo que limita la implementación efectiva de blockchain en las instituciones financieras locales. Tanto los expertos entrevistados como los resultados de las encuestas apuntan a que el alto costo de implementación, junto con la carencia de personal capacitado en el manejo de esta tecnología, constituyen los principales obstáculos para su integración en el sistema financiero de la región.

Estos hallazgos están alineados con la revisión de bibliografía, donde se aborda la resistencia al cambio por parte de las instituciones financieras tradicionales, las cuales se muestran conservadoras en cuanto a la adopción de nuevas tecnologías. Asimismo, la falta de un marco regulatorio claro y específico sobre el uso de blockchain agrava la situación, generando incertidumbre en cuanto a su implementación y sostenibilidad a largo plazo. Así mismo, facilitar el uso de una economía circular en los productos e incentivar la vida útil de los mismos fomenta el reciclaje y reutilización de los materiales del ordenador.

La formación en tecnología blockchain es débil en la actualidad y en vista de ello Colombia a través de distintas estrategias de gobierno el MinTIC oferta cursos gratuitos en alianza con universidades generan proyectos en áreas de interés de mejora gubernamental como;

la salud, el sector agroindustrial, el sector tecnológico y el sector de la economía en general, de ahí que el presente proyecto tenga cabida abierta desde la política nacional presentada en la actualidad en pro de la mejora de fianzas abiertas, las cual ya está en desarrollo en todas las entidades bancarias del país a causa de una política que en esencia concede que las entidades financieras compartan información de sus clientes entre sí (importante el consentimiento de la persona), esto brinda un ecosistema transparente y competitivo en el sector bancario del país. De ahí la relevancia de la creación de un registro de blockchain distribuido que se basa en el registro de datos en una red distribuida de computadoras (nodos) con copia actualizada e idéntica cronológicamente empleando la criptografía para prevenir el fraude y asegurar la integridad de los datos.

El acápite digital de esta tecnología se enfoca en la transparencia, la seguridad, la descentralización y la eficiencia. Por ello, estar en la transformación digital no es de elección sino una necesidad. Año tras año distintas organizaciones optan por automatizar sus procesos en pro de la rentabilidad. La premisa de facilitar la vida le ha abierto el camino a la implementación de la tecnología en la cotidianidad. Si se busca instaurar una cultura de transformación digital se deben tener en cuenta principalmente la resistencia al cambio junto con el desconocimiento de sus funciones y beneficios.

Por otra parte, la inteligencia artificial mediante algoritmos y sistemas informáticos ejecutan tareas simples que realizan personas. Por ende, la mejora de su rendimiento se ve reflejada en la aprehensión de datos proporcionados con un enfoque propio. El uso de la inteligencia artificial como lo es el “machine learning” la cual usa algoritmos supervisados en pro de aprender datos supervisados para mejorar su rendimiento. Las características más representativas son el aprendizaje automático, la automatización, la ingestión de datos, el análisis

de datos, el almacenamiento en la nube y el procesamiento del lenguaje natural prometen un escenario bastante atractivo para el uso de la herramienta como analista de las transacciones sospechosas que sean ejecutadas de forma irregular en el sistema financiero tradicional (Federación Latinoamericana de Bancos , 2024)

Una sección relevante bajo la premisa de eficiencia y automatización en la toma de decisiones da cabida abierta a los contratos inteligentes autoejecutables enmarcados en la tecnología blockchain como una serie de distintas condiciones que despliegan ciertas restricciones ya preestablecidas por los nodos participantes en red. En primer lugar, se predefinen las condiciones (reglas), siguiente a ello se efectúa la ejecución automática de la liberación de un contrato inteligente y por último se asegura la inmutabilidad y transparencia (principios ineludibles de blockchain), una vez que se ha registrado la transacción y no puede ser alterada. Así mismo se puede generar una reducción de costos operativos gracias a la automatización de los mismos (Iberdrola, 2024).

Para el apartado digital son varios los retos existentes en la actualidad. Aunque, para este caso se realizó el estudio de la trazabilidad transaccional del dinero en bancas tradicionales. En este sentido, se vislumbra la tecnología de la blockchain como una estrategia frente a la detección de transacciones sospechosas, siempre y cuando se cuente con una herramienta algorítmica de inteligencia artificial encargada de la detección de movimientos irregulares no justificados en el plano de la legalidad.

En el panorama de la inversión esta tecnología posee un índice alto de rentabilidad tanto en la empresa donde se ejecute como para los operadores (mineros de red) que muevan las transacciones puesto que por cada transacción realizada se necesita de una persona que haga el proceso de minado de la información a través de la generación de un código criptográfico sellado

por un hash hexadecimal con copia en más de 10.000 nodos impidiendo que un ataque cibernético borre el historial de transacciones ya desarrolladas en la nube y por ende, registrada en distintos ordenares, generando una credibilidad mayor por su sellamiento de registro único e inalterable.

12.4. Impacto del Lavado de Activos en el Sector Financiero de Boyacá y su Disposición para la Adopción de la Tecnología Blockchain en sus Operaciones

Los resultados obtenidos a partir de las entrevistas con expertos del sector financiero y en blockchain confirman el impacto negativo del lavado de activos en la economía de Boyacá, particularmente en sectores como la agricultura y la minería. Los sectores, con altos niveles de informalidad, son especialmente vulnerables a la infiltración de fondos ilícitos, lo que dificulta su control dentro de los sistemas financieros tradicionales. De acuerdo con la revisión de literatura y estudios en la materia, sustentan que los sistemas financieros convencionales presentan limitaciones significativas para monitorear y rastrear adecuadamente las transacciones sospechosas, creando un ambiente favorable para el lavado de activos.

La presente línea con estudios previos muestra cómo la falta de tecnología adecuada y de mecanismos regulatorios efectivos contribuyen a la proliferación de actividades ilícitas en estas áreas. La capacidad limitada de las autoridades locales para detectar y prevenir estos flujos financieros irregulares incrementa el problema, afectando tanto la estabilidad económica de Boyacá como la confianza en sus instituciones financieras. Dicho resultado subraya la necesidad de adoptar tecnologías más avanzadas, como blockchain, que permitan una mejor trazabilidad y control de los fondos dentro del sistema financiero.

Al visualizarlo desde una perspectiva demográfica y social, Boyacá tiene una población de aproximadamente 1.3 millones de habitantes, con una distribución demográfica que muestra

una mezcla de zonas urbanas y rurales. La ciudad de Tunja, la capital del departamento; es la ciudad más grande y el centro administrativo y comercial de Boyacá. A pesar de los avances en desarrollo económico, Boyacá enfrenta desafíos significativos en términos de desigualdad social y económica. La implementación de tecnologías como blockchain tiene el potencial de mejorar la inclusión financiera, proporcionando acceso a servicios financieros a comunidades que tradicionalmente han estado excluidas (Superintendencia Financiera de Colombia, 2020).

En Boyacá presenta un potencial significativo para la implementación de tecnologías blockchain debido a varios factores. Primeramente, aunque en sus primeras etapas, la infraestructura financiera de Boyacá está en proceso de modernización, lo que crea oportunidades para la adopción de tecnologías avanzadas. En segundo lugar, las autoridades locales han mostrado un interés creciente en adoptar soluciones tecnológicas avanzadas para mejorar la transparencia y la seguridad en las transacciones financieras. Este interés se refleja en iniciativas gubernamentales y colaboraciones con el sector privado para explorar el uso de blockchain en diversas aplicaciones financieras (Superintendencia Financiera de Colombia, 2020). Además, existen esfuerzos en Boyacá para promover la educación y capacitación en tecnologías emergentes, incluyendo blockchain, lo que facilita su adopción y uso efectivo (DANE, 2020).

En este sentido la presente investigación proporciona una visión detallada del Departamento de Boyacá, destacando su contexto geográfico, socioeconómico y financiero. Esta comprensión del entorno local es fundamental para evaluar el impacto potencial de la integración de blockchain en los sistemas financieros tradicionales como una herramienta para combatir el lavado de activos. La relevancia de Boyacá en esta problemática y su potencial para adoptar tecnologías avanzadas hacen de este estudio un análisis pertinente y necesario para el desarrollo

regional y la lucha contra el crimen financiero.

El análisis de los resultados de la encuesta reveló que, si bien existe interés en explorar las ventajas que ofrece blockchain, las instituciones financieras en Boyacá muestran una disposición moderada hacia su adopción. Esta moderación se debe principalmente a la falta de comprensión clara sobre los beneficios de largo plazo que puede aportar esta tecnología. Un porcentaje reducido de los encuestados manifestó una alta confianza en que blockchain podría transformar los mecanismos de prevención del lavado de activos.

Este resultado resalta la importancia de proporcionar mayor formación y sensibilización en torno a las ventajas de blockchain. La falta de conocimiento y de confianza en tecnologías emergentes es una barrera frecuente que las instituciones deben superar para aprovechar plenamente las oportunidades que ofrece la innovación tecnológica. Generando la necesidad de diseñar estrategias educativas y de capacitación que permitan a las instituciones financieras locales conocer mejor los beneficios de blockchain y cómo puede aplicarse a sus operaciones de manera efectiva.

Los resultados de este estudio sugieren que la integración de la tecnología blockchain tiene un potencial considerable para mejorar la transparencia y trazabilidad de las transacciones financieras en Boyacá, cumpliendo así con la hipótesis planteada. Sin embargo, la adopción de blockchain no está exenta de desafíos. Las barreras regulatorias y tecnológicas identificadas deben abordarse con políticas públicas claras que fomenten la implementación de esta tecnología, al tiempo que se establecen mecanismos de financiamiento para ayudar a las instituciones a superar las limitaciones de infraestructura y capacitación.

Desde una perspectiva comparativa con el Marco Teórico, los hallazgos reafirman la importancia de contar con un marco normativo robusto que regule el uso de blockchain en el

sector financiero. A medida que Boyacá avanza hacia la modernización de su sistema financiero, es esencial que las instituciones locales adopten una mentalidad más abierta hacia la tecnología y desarrollen alianzas con organismos gubernamentales y privados para facilitar su implementación.

Finalmente, los datos obtenidos de las encuestas corroboran la necesidad de generar mayor comprensión y apoyo institucional para la implementación de blockchain en Boyacá. El estudio indica que, si bien existen barreras iniciales, la tecnología tiene el potencial de transformar la lucha contra el lavado de activos, mejorando potencialmente la capacidad de las instituciones financieras para monitorear y prevenir transacciones ilícitas.

Los costos de implementación del presente proyecto varían dependiendo de distintos factores como lo son: en primera medida la tecnología aplicada a los sistemas financieros tradicionales debe contar con una gran cobertura en cuanto ordenadores y capacitación del factor de producción humano encargado de llevar el proyecto a término. La elección de la plataforma específica (Hyperledger, Ethereum, entre otros) y funciones adicionales (almacenamiento, oráculos, etc) inciden en el costo total del proyecto. Al contemplar los costos de software, hardware y servicios de la nube aumentan el presupuesto del proyecto.

13. Conclusiones

El lavado de activos tiene un efecto profundamente negativo en la economía de Boyacá, particularmente en sectores como la agricultura y la minería, que presentan alta informalidad. Esta situación socava la estabilidad del sistema financiero y dificulta la detección de actividades ilícitas, lo que resalta la necesidad de adoptar tecnologías avanzadas como blockchain para mejorar los mecanismos de control y monitoreo.

Blockchain se destaca por su inmutabilidad, transparencia y trazabilidad, características fundamentales para mejorar la supervisión de las transacciones financieras. Estas propiedades permiten identificar y prevenir actividades ilícitas con mayor precisión y eficiencia, posicionando a blockchain como una herramienta efectiva para fortalecer la lucha contra el lavado de activos en Boyacá.

La investigación identifica importantes barreras para la adopción de blockchain, entre ellas la falta de infraestructura tecnológica y personal capacitado, así como la ausencia de un marco regulatorio claro. Estos desafíos requieren un enfoque colaborativo entre instituciones financieras, el gobierno y actores tecnológicos para facilitar la implementación de esta tecnología en la región.

Si bien existe interés en la adopción de blockchain, la disposición de las instituciones financieras en Boyacá es limitada debido a la falta de conocimiento técnico y los altos costos asociados. No obstante, la investigación sugiere que, con mayor capacitación y un marco regulatorio adecuado, las instituciones estarían más inclinadas a adoptar esta tecnología para mejorar sus capacidades de prevención del lavado de activos.

Respecto a la adopción de la tecnología blockchain en las instituciones financieras se evidencia un panorama alentador a razón del resultado arrojado por el instrumento de sondeo

donde se enfatizó en que el factor predominante es la seguridad al momento de ejecutar la adhesión del blockchain. Por ello, se reconoce a dicha tecnología como aportante de una capa de seguridad inmutable en cuanto a su registro y rastreo de movimientos de dinero. Cabe destacar que, la tecnología no está controlada por una entidad centralizada, lo que a su vez la hace más resistente a fallos y ataques. La información se dispersa en múltiples nodos de la red, lo que dificulta su manipulación.

En consecuencia, el sector financiero ha facilitado transacciones más rápidas y seguras, impulsando la accesibilidad y eficiencia en la prestación de servicios. La Revolución 4.0, con tecnologías como IA, IoT y blockchain, están siendo implementadas en Colombia a través de estrategias nacionales como el Plan Nacional de Desarrollo, con mejoras en la seguridad operativa y la experiencia del cliente (DNP, 2018).

Por otra parte, se encuentra la Revolución 4.0 está transformando el panorama financiero colombiano, y la adopción de Blockchain ofrece grandes ventajas en seguridad, eficiencia y transparencia. A medida que estas tecnologías se desarrollan, el sector financiero colombiano tiene la oportunidad de liderar en innovación e inclusión financiera.

Bajo el marco de la sostenibilidad esta tecnología puede ser utilizada de forma responsable en fin del cuidado del ambiental como lo son; la optimización de algoritmos eficientes que validen las transacciones en un minado eficaz denominado prueba de participación, como las fuentes de energía renovables, para el caso de Colombia posee un potencial excepcional, en vista de su ubicación geográfica y diversidad de ecosistemas para producir energías limpias.

La capacidad instalada tecnológica actual es un reto a enfrentar, empezando desde una perspectiva nacional. No obstante, el panorama no es del todo desolador ya que Colombia tiene

un interés creciente en la adopción de tecnología blockchain. Por ello, el marco regulatorio en la creación de “sandbox” en pro de probar nuevas iniciativas internacionales. También el factor de producción humano está en constante crecimiento gracias al programa de inmersión que está desarrollando el gobierno nacional a través del Ministerio de las TIC con la denominación de “Talento tech” en alianza con distintas universidades del país.

14. Referencias

Abudinen Abuchaibe, K., Muñoz, V., Rueda, G., Cifuentes, A. M., Noriega, J. C., Castilblanco, A., Salazar, J. P., Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Consejería Presidencial de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Viceministerio de Transformación Digital, & Banco de Desarrollo de América Latina - CAF. (2020). Guía de Referencia para la adopción e implementación de proyectos con tecnología blockchain para el Estado colombiano. Recuperado de https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-161810_pdf.pdf

laassar, A., Mention, A. L., & Aas, T. H. (2021). Exploring the role of entrepreneurial experience for academic entrepreneurs: The case of Dagstuhl Seminars. *Journal of Technology Transfer*, 46(2), 337-357. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10961-020-09782-8>

Al-Saqaf, W., & Seidler, N. (2017). Blockchain technology for social impact: Opportunities and challenges ahead. *Journal of Cyber Policy*, 2(3), 338-354. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/23738871.2017.1400084>

Antonopoulos, A. M. (2014). Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies. O'Reilly Media.

Arcos, R., & Domínguez, R. (2020). La Cuarta Revolución Industrial y su impacto en los servicios financieros en América Latina. *Revista de Economía y Sociedad*, 25(2), 175-196. Recuperado de <https://www.revistadeeconomiasociedad.org>

Azaria, A., Ekblaw, A., Vieira, T., & Lippman, A. (2016). MedRec: Using Blockchain for Medical Data Access and Permission Management. In 2016 2nd International Conference on Open and Big Data (OBD) (pp. 25-30). IEEE. Recuperado de

Bancolombia. (2020). Bancolombia y R3 unen fuerzas para explorar la tecnología blockchain en Colombia. Recuperado de <https://blog.bancolombia.com/innovacion/blockchain-que-es-como-funciona/>

Barroso, M., & Laborda, J. (2022). Digital transformation and the emergence of the Fintech sector: Systematic literature review. *Digital Business*, 2, 100028. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2022.100028>

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W.W. Norton & Company.

Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, 36, 55-81. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>

Catalini, C., & Gans, J. S. (2016). Some simple economics of the blockchain. National Bureau of Economic Research. Recuperado de <https://doi.org/10.3386/w22952>

Chen, Y., Ding, S., Xu, Z., Zheng, H., & Yang, S. (2017). Blockchain-based medical records secure storage and medical service framework. *Journal of Medical Systems*, 43(1), 1-9. Recuperado de

[GlvbiJ9fQ](#)

Croman, K., Decker, C., Eyal, I., Gencer, A. E., Juels, A., Kosba, A., ... & Wattenhofer, R. (2016). On scaling decentralized blockchains. In *International Conference on Financial Cryptography and Data Security* (pp. 106-125). Springer. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-3-662-53357-4_8

COINTELEGRAPH. (19 de Diciembre de 2020). Recuperado de <https://es.cointelegraph.com/news/opportunities-for-blockchain-in-police-investigations>

DANE. (2020). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística: Estadísticas por Departamento*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>

Davidson, S., De Filippi, P., & Potts, J. (2018). Blockchains and the economic institutions of capitalism. *Journal of Institutional Economics*, 14(4), 639-658. Recuperado de <https://doi.org/10.1017/S1744137417000200>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). *Plan Nacional de Desarrollo*. Bogotá: DNP.

Efanov, D., & Roschin, P. (2018). The all-pervasiveness of the blockchain technology. *Procedia Computer Science*, 123, 116-121. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.01.019>

e-Estonia. (2020). The story of the e-Estonia. Recuperado de <https://e-estonia.com>

FATF. (2020). *International Standards on Combating Money Laundering and the Financing of Terrorism & Proliferation*. Financial Action Task Force. Recuperado de <https://www.fatf-gafi.org/>

FATF. (2021). Money laundering. Recuperado de <https://www.fatf->

gafi.org/faq/moneylaundering/

Federación Latinoamericana de Bancos . (30 de Julio de 2024). *FELABAN* . Wendy Roxana Zambrano Veizaga. Recuperado de https://felaban.s3-us-west-2.amazonaws.com/coplaft/monografias/ganadores/2024/Uso_%20Tecnolog%C3%ADa_Blockchain_para_Monitoreo_Transacciones.pdf

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2021). Proyecto piloto de blockchain para la trazabilidad del café colombiano. Recuperado de <https://www.federaciondecafeteros.org>

Fiscalía General de la Nación. (2021). *Informe sobre el Lavado de Activos en Boyacá*. Recuperado de <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/Link-Informe-de-Gestion-2022-2023.pdf>

Foley, S., Karlsen, J. R., & Putniņš, T. J. (2019). Sex, drugs, and bitcoin: How much illegal activity is financed through cryptocurrencies?. *The Review of Financial Studies*, 32(5), 1798-1853. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz015>

GAFILAT. (2021). Evaluación Mutua de Colombia: Informe de Seguimiento Intensificado. Recuperado de <https://www.gafilat.org/index.php/es/>

Gomber, P., Kauffman, R. J., Parker, C., & Weber, B. W. (2018). On the fintech revolution: Interpreting the forces of innovation, disruption, and transformation in financial services. *Journal of Management Information Systems*, 35(1), 220-265. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/07421222.2018.1440766>

Guo, Y., & Liang, C. (2016). Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial Innovation*, 2(1), 1-12. Recuperado de <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0034-9>

Gupta, M. (2017). *Blockchain for dummies*. John Wiley & Sons.

Iansiti, M., & Lakhani, K. R. (2017). *The truth about blockchain*. Harvard Business

Review, 95(1), 118-127.

Iberdrola. (2024). Smart contracts; contratos inteligentes para formalizar acuerdos en la era digital. Recuperado de <https://www.iberdrola.com/innovacion/smart-contracts>.

Kamath, R. (2018). Food Traceability on Blockchain: Walmart's Pork and Mango Pilots with IBM. *The Journal of the British Blockchain Association*, 1(1), 3712. Recuperado de [https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-\(10\)2018](https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-(10)2018)

Levi, M. (2012). The organization of serious crimes for gain. In M. Maguire, R. Morgan, & R. Reiner (Eds.), *The Oxford handbook of criminology* (pp. 595-620). Oxford University Press.

Levi, M., & Reuter, P. (2006). Money laundering. *Crime and Justice*, 34(1), 289-375. Recuperado de <https://doi.org/10.1086/501508>

Miers, I., Garman, C., Green, M., & Rubin, A. D. (2013). Zerocoin: Anonymous distributed e-cash from bitcoin. In *2013 IEEE Symposium on Security and Privacy* (pp. 397-411). IEEE. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/SP.2013.34>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2021). *Supervisión basada en riesgos en materia de Lavado de Activos, Financiación del Terrorismo y Financiación de la Proliferación de Armas de Destrucción Masiva*. AltaVoz Editores.

Mishkin, F. S. (2016). *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets* (11th ed.). Pearson.

Mishkin, F. S., & Eakins, S. G. (2015). *Financial markets and institutions* (8th ed.). Pearson.

Mougayar, W. (2016). *The business blockchain: Promise, practice, and application of the next internet technology*. Wiley.

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Retrieved from Recuperado de <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Ngai, E. W., Hu, Y., Wong, Y. H., Chen, Y., & Sun, X. (2020). The application of data mining techniques in financial fraud detection: A classification framework and an academic review of literature. *Decision Support Systems*, 50(3), 559-569. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.08.006>

Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction*. Princeton University Press.

Nofer, M., Gomber, P., Hinz, O., & Schiereck, D. (2017). Blockchain. *Business & Information Systems Engineering*, 59(3), 183-187. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12599-017-0467-3>

Peters, G. W., & Panayi, E. (2016). Understanding modern banking ledgers through blockchain technologies: Future of transaction processing and smart contracts on the internet of money. En P. Tasca, T. Aste, L. Pelizzon, & N. Perony (Eds.), *Banking beyond banks and money* (pp. 239-278). Springer. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-3-319-42448-4_13

Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: Principles and applications. En F. X. Olleros & M. Zhegu (Eds.), *Research handbook on digital transformations* (pp. 225-253). Edward Elgar Publishing. Recuperado de <https://doi.org/10.4337/9781784717766.00019>

Rauchs, M., Glidden, A., Gordon, B., Pieters, G., Recanatini, M., Rostand, F., ... & Zhang, B. Z. (2018). *Distributed ledger technology systems: A conceptual framework*. Cambridge Centre for Alternative Finance. Recuperado de <https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/distributed-ledger-technology-systems/>

Reuter, P., & Truman, E. M. (2004). *Chasing dirty money: The fight against money*

laundrying. Peterson Institute

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.

Sánchez, L. (2019). La lucha contra el lavado de activos en Colombia: retos y perspectivas. *Revista de Derecho*, 12(2), 45-67.

Schneider, F. (2004). The financial flows of Islamic terrorism. *Perspectives on Terrorism*, 1(4), 18-33.

Schneider, F. (2010). Turnover of organized crime and money laundering: some preliminary empirical findings. *Public Choice*, 144(3-4), 473-486.

<https://doi.org/10.1007/s11127-010-9375-6>

Schott, P. A. (2006). *Reference guide to anti-money laundering and combating the financing of terrorism*. The World Bank. Recuperado de <https://documents1.worldbank.org/curated/ar/558401468134391014/pdf/350520Referenc1Mone y01OFFICIAL0USE1.pdf>

Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. New York: Crown Business.

Superintendencia Financiera de Colombia. (2020). Informe de Inclusión Financiera en Colombia. Retrieved from <https://www.superfinanciera.gov.co>

Superintendencia Financiera de Colombia. (2023). *Cobertura Geográfica*. Retrieved July 28, 2024, from https://www.superfinanciera.gov.co/Superfinanciera-CoberturaGeografica/generic/geographicalCoverageResults.xhtml;jsessionid=ac9XD8KpLRPpARVpqE1DVaGkyr0cFpNJyKP1_tym.node3

Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. O'Reilly Media, Inc.

Szabo, N. (1997). The idea of smart contracts. Recuperado de <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwintersc>

hool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_idea.html

Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. O'Reilly Media. Recuperado de

https://www.academia.edu/44112222/Melanie_Swan_Blockchain_BLUEPRINT_FOR_A_NEW_ECONOMY

Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world*. Penguin.

Unger, B., & van Waarden, F. (2009). *How to dodge drowning in data? Rule- and risk-based anti-money laundering policies compared*. *Crime, Law and Social Change*, 52(1), 145-162. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10611-009-9175-2>

UIAF. (2020). *Informe Anual 2019*. Unidad de Información y Análisis Financiero, Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Unidad de Información y Análisis Financiero (UIAF). (2023). *Evaluación Nacional del Riesgo de Lavado de Activos, Financiación del Terrorismo y Proliferación de Armas de Destrucción Masiva en Colombia*. Ministerio de Hacienda y Crédito Público

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2020). *Money laundering and global criminal activities*. United Nations Office on Drugs and Crime. Retrieved from <https://www.unodc.org/>

Underwood, S. (2016). Blockchain beyond bitcoin. *Communications of the ACM*, 59(11), 15-17. Recuperado de <https://doi.org/10.1145/2994581>

Wang, Y., Han, J., & Beynon-Davies, P. (2019). Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 62-84. Recuperado de

<https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0148>

Wright, A., & De Filippi, P. (2015). Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographic. SSRN Electronic Journal. Recuperado de <https://doi.org/10.2139/ssrn.2580664>

Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2019). *Blockchain Technology Overview*. National Institute of Standards and Technology.

Zimring, F. E. (2017). The Changing Legal World of Adolescent Financial Fraud. *Crime and Justice*, 46(1), 407-441.

Zhang, Y., & Wen, J. (2018). The IoT electric business model: Using blockchain technology for the internet of things. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 11(4), 983-994. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/The-IoT-electric-business-model%3A-Using-blockchain-Zhang-Wen/f572bcaa97e36d79e0cd01fb18dadb2f58eebebd>

Zhang, P., White, J., Schmidt, D. C., Lenz, G., & Rosenbloom, S. T. (2018). FHIRChain: Applying blockchain to securely and scalably share clinical data. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 16, 267-278.

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H. (2017). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. In 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress) (pp. 557-564). IEEE. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/318131748_An_Overview_of_Blockchain_Technology_Architecture_Consensus_and_Future_Trends/link/59d71faa458515db19c915a1/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InNpZ251cCI6InBhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvb2J9fQ

Zohar, A. (2013). Bitcoin: Under the hood. *Communications of the ACM*, 56(6), 82-85. Recuperado de <https://doi.org/10.1145/2483852.2483874>

Zyskind, G., Nathan, O., & Pentland, A. (2015). Decentralizing privacy: Using blockchain to protect personal data. En 2015 IEEE Security and Privacy Workshops (pp. 180-184). IEEE. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/SPW.2015.27>