

ANÁLISIS DEL USO DE BLOCKCHAIN EN LA TRAZABILIDAD DE LOS DIAMANTES: UN CASO DE ESTUDIO DE BEERS Y LA PLATAFORMA TRACR

ANALYSIS OF BLOCKCHAIN USE IN DIAMOND TRACEABILITY: A CASE STUDY OF DE BEERS AND THE TRACR PLATFORM

Laura María Cabrera Herrera. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, email: laura.cabreraherrera@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-3463-2683>

RESUMEN

Este estudio examina cómo la tecnología blockchain, a través de la plataforma Tracr desarrollada por De Beers, ha revolucionado la trazabilidad en la industria del diamante, garantizando autenticidad, transparencia y sostenibilidad. A través de un enfoque cualitativo, se analizan documentos corporativos y literatura académica para explorar las implicaciones tecnológicas y sociotécnicas. Los hallazgos destacan que blockchain facilita la rendición de cuentas, la confianza entre los actores de la cadena de suministro y el cumplimiento de estándares éticos, mientras enfrenta desafíos relacionados con la interoperabilidad y adopción global.

Palabras clave: Blockchain, Trazabilidad, Diamantes, De Beers, Tracr, Transparencia, Sostenibilidad.

Códigos JEL: L86, M15, Q56, L72.

ABSTRACT

This study explores how blockchain technology, through the Tracr platform developed by De Beers, has transformed traceability in the diamond industry, ensuring authenticity, transparency, and sustainability. Using a qualitative approach, corporate documents and academic literature are analyzed to assess the technological and sociotechnical implications. Findings highlight that blockchain enhances accountability, trust among supply chain actors, and compliance with ethical standards, while facing challenges related to interoperability and global adoption.

Keywords: Blockchain, Traceability, Diamonds, De Beers, Tracr, Transparency, Sustainability.

JEL Codes: L86, M15, Q56, L72.

Fundación Tecnológica Autónoma del Pacífico.
ISSN: 2539-2255 (En Línea).
Cali - Colombia.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons
Atribución - No Comercial - Sin Derivadas 4.0 Internacional.

Medio de difusión y divulgación de investigación de la Fundación Tecnológica Autónoma del Pacífico.

INTRODUCCIÓN

Al escuchar la palabra blockchain se nos viene a la mente Bitcoin. Si bien tecnología blockchain, se ha hecho popular gracias a la moneda digital, además, ha generado prósperos debates sobre las oportunidades y los riesgos asociados al 'blockchain' (Hernández et al., 2022). Mientras sus promotores aseguran que se trata de la más reciente innovación revolucionaria, sus detractores alegan que se trata de una burbuja inflada y que Internet ya ha sido construido (Eyzaguirre 2021). A pesar de todo ello, es indiscutible el impacto que la inversión de capital y el innovador desarrollo que el 'blockchain' genera, y sus posibilidades son múltiples, por ejemplo, en el campo de la trazabilidad. Un sistema de trazabilidad que se base en tecnología 'blockchain' representa una solución de alto valor, ya que garantiza la existencia de un libro público inmutable de eventos y transacciones genuinas. (Chova Aparisi, 2024).

Los diamantes, debido a su reducido tamaño y elevado valor, son susceptibles de ser sustraídos, ocultados y traficados ilegalmente, siendo complicado verificar su autenticidad, lo cual los convierte particularmente vulnerables al fraude (Li et al., 2009). La industria del diamante ha evolucionado significativamente desde su inicio, comenzando con la minería de diamantes, que se remonta a siglos atrás, cuando se descubrieron los primeros yacimientos en Brasil y más tarde en Sudáfrica en el siglo XIX (Thakker et al., 2021) hasta llegar al comercio de diamantes de laboratorio.

Su cadena de valor se compone por distintas etapas que van desde la minería hasta el retail. La primera etapa como se mencionó anteriormente es la exploración y minería consiste en el proceso de encontrar depósitos viables y la extracción de diamantes en bruto. La segunda etapa consiste en la clasificación y valoración de los diamantes en bruto, donde se determina la calidad y el valor de cada piedra preciosa basándose en la pureza, el color y la talla. Esta información se utiliza para determinar el precio final de cada diamante en el mercado. La tercera etapa consiste en la transformación del diamante en bruto mediante el corte y pulido, a estos diamantes se les conoce como diamantes pulidos. La siguiente fase consiste en la entrega de estas gemas pulidas a distribuidores o fabricantes de joyería, quienes comercializan las gemas como unidades individuales o las incorporan en diseños de joyería.

Dentro del mercado internacional de diamantes se espera una expansión atribuida a un incremento de personas con alto poder adquisitivo, las crecientes tasas de urbanización y una expansión de las clases medias. Además de un incremento en el mercado de joyería de marcas high end en los mercados emergentes (Report Linker, 2024).

Uno de los principales actores en la industria de los diamantes es De Beers, la primera compañía en producir un programa del cliente basado en 'blockchain' para proporcionar una mayor visibilidad a los procesos de trazabilidad. (Gómez Domínguez, 2021) En el año 2018, lanza su plataforma Tracr, un ecosistema basado en 'blockchain' que promueve una visión clara y confianza en cada rincón de la cadena del diamante, desde su origen ético en la mina hasta las manos del consumidor. La tecnología Blockchain ha revolucionado la forma en que se rastrean los diamantes en la industria de la joyería. De Beers y la plataforma Tracr han sido pioneros en el uso de esta tecnología para garantizar la trazabilidad y autenticidad de sus diamantes. En el presente estudio se analizarán los documentos corporativos y casos de estudio para desgranar su propuesta de valor y cómo Tracr construye un ecosistema 'blockchain' en el sector de los diamantes, desde el punto de vista de su sostenibilidad sociotécnica.

Revisión Literaria

La cadena de abastecimiento se define como el conjunto de procedimientos y tareas que posibilitan el traslado de un producto desde su punto de origen hasta llegar al consumidor final. (Carvajal, 2021). Esto incluye la adquisición de materias primas, la producción, el almacenamiento, la distribución

y la entrega. La gestión eficiente de la cadena de suministro es crucial para las empresas, ya que impacta directamente en la satisfacción del cliente, los costos operativos y la competitividad en el mercado (Chávez Caiche, 2024, Sánchez-Suárez et al. 2024). En la tabla 1 se aprecia la cronología de las aplicaciones del blockchain en la trazabilidad y cadena de suministro.

Blockchain es una tecnología emergente que se centra en la trazabilidad y transparencia de la información generada por una red de participantes (Alzate & Giraldo, 2023). Estos se organizan de forma descentralizada y administran sus intercambios de datos utilizando técnicas criptográficas. A través de la tecnología blockchain, las transacciones son verificadas por una red descentralizada, antes de que se lleven a cabo, lo que permite la eliminación práctica del riesgo de fraude. ¿Cómo se llega a esta garantía sin conocerse ni confiarse los participantes en la red blockchain? La respuesta radica en que parte de los participantes son nodos “especiales” de la red, responsables de verificar las transacciones mediante la solución simultánea de un problema difícil desde el punto de vista matemático, denominado prueba de trabajo. Además, el nuevo bloque resultante incluirá no solo la transacción en cuestión, sino que también contendrá una referencia al bloque previamente creado y validado. Esto crea una cadena de bloques, de manera que cualquier modificación o supresión que se lleve a cabo en un bloque se verá reflejada en los bloques que referencia y, a su vez, en todos los que se construyan posteriormente. (Bonillo & Pérez, 2022; Cazco Villa & Molina Calva, 2023; Hernández Chavarri, 2022; Sandoval & de la Fuente, 2022).

Se puede concluir que, los tres principales principios en que se basa la tecnología blockchain son: descentralización, inmutabilidad y transparencia. Esto es que la información se replica y se almacena en la red de nodos. Una vez que un dato es incluido en la cadena, no puede ser modificado. Cualquier cambio requiere el consenso de los nodos y/o la generación de un nuevo bloque. Y, la información sobre todas las transacciones está disponible para todos los participantes de la red, siempre que hayan

validado las transacciones. Dependiendo de la arquitectura de la blockchain y del uso de claves para la validación, la identidad de los usuarios puede ser pública o anónima.

La inclusión de blockchain en la cadena de suministro es crucial para enfrentar los desafíos actuales, como la falta de transparencia, la ineficiencia en el seguimiento de productos y la vulnerabilidad a fraudes. (Alzate & Giraldo, 2023) Al ofrecer un registro inmutable de transacciones, blockchain mejora la capacidad de rastreo, la confianza entre los participantes y la seguridad de las operaciones. (Chova Aparisi, 2024; Hernández Fish, 2023) Esto no solo optimiza los procesos, sino que también permite a las empresas cumplir con regulaciones y expectativas de los consumidores en términos de sostenibilidad y responsabilidad social.

Los beneficios serían, ante la imposibilidad de falsificar información una vez creada en la red; evitando vulnerabilidades en los canales de comunicación y almacenamiento; y generación de cadenas de información complicadas de alterar, aunque se intentase, aumentando la trazabilidad de la línea de producción. Sí, a lo largo del texto es afirmar que Blockchain va a ser especialmente útil en la adopción positiva de aquellas tecnologías que requieren de la participación de distintos actores o a las que escalan problemas de confianza para su adopción masificada. Sin embargo, no obedece a buenas prácticas intentar aplicar esta tecnología de manera incierta no justificada, siendo el caso de la cadena de bloques cuyas principales características de ser inviolable e inmutable por su carácter de agregación de capas podrían ser vulneradas por la participación de ‘mineros’ poco honestos.

Tabla 1. Línea del tiempo de la trazabilidad y cadena de suministro

AÑO	DESCRIPCIÓN	FUENTE
1960s	Primeros registros manuales para control de inventarios en cadenas de suministro.	White, J. (2012). "Inventory Management and Manual Processes." <i>Logistics Journal</i> .
1970s	Introducción del código de barras en productos para mejorar el seguimiento en tiendas y almacenes.	Kogan, L. (2018). "The History of Barcode Technology." <i>Barcode Journal</i> .
1980s	Desarrollo de los primeros sistemas electrónicos de datos (EDI) para el intercambio de información.	Turner, J. & Hu, C. (2019). "Electronic Data Interchange: Revolutionizing Trade." <i>SCM Review</i> .
Finales 1980s	Surgimiento de los sistemas ERP, integrando áreas funcionales como logística y cadena de suministro.	Porter, M. (1998). "Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance."

AÑO	DESCRIPCIÓN	FUENTE
1990s	Creación de sistemas de gestión de la cadena de suministro (SCM) para optimizar flujos entre empresas.	Lambert, D. & Stock, J. (2001). "Strategic Logistics Management."
1993	Walmart introduce la trazabilidad de productos mediante RFID en inventarios.	Walmart Corporate Archive (2020). "RFID and Inventory Management."
2000s	La trazabilidad se convierte en una prioridad para cumplir con estándares de responsabilidad social.	McWilliams, A. (2006). "Corporate Social Responsibility." <i>Journal of Business Ethics</i> .
2002	La Ley Sarbanes-Oxley impulsa la mejora de trazabilidad y transparencia en la cadena de suministro en EE. UU.	SEC (2002). "Sarbanes-Oxley Act of 2002." Securities and Exchange Commission.
2005	Walmart y otros minoristas exigen el uso de RFID en proveedores para mejorar la trazabilidad de productos.	Brown, B. (2006). "RFID Technology in Supply Chains." <i>Supply Chain Technology Review</i> .
2008	Nacimiento de Bitcoin y blockchain, sentando las bases para aplicaciones en trazabilidad.	Nakamoto, S. (2008). "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System." bitcoin.org .
2015	Lanzamiento de Ethereum, permitiendo contratos inteligentes y aplicaciones avanzadas en trazabilidad.	Buterin, V. (2015). "Ethereum White Paper." ethereum.org .
2016-2017	IBM y Walmart comienzan proyectos piloto usando blockchain para trazabilidad de alimentos perecederos.	IBM Newsroom (2017). "Blockchain for Food Safety with Walmart." IBM Corporation.
2018	De Beers lanza Tracr, plataforma blockchain para mejorar la trazabilidad de los diamantes.	De Beers Group (2018). "Blockchain Tracks Diamonds." debeersgroup.com .
2019	Empresas como Nestlé, Unilever y Carrefour inician proyectos piloto con blockchain para trazabilidad.	Nestlé (2019). "Blockchain Technology for Food Traceability." Nestlé Newsroom.
2020	La pandemia impulsa el uso de blockchain para garantizar la seguridad y autenticidad en la cadena de suministro.	Business Insider (2020). "COVID-19 and Blockchain Adoption."
2021	Everledger y otras empresas expanden el uso de blockchain a bienes de lujo como relojes y vinos.	Everledger (2021). "Blockchain for Luxury Goods." Everledger News.
2022	De Beers implementa Tracr a escala, estableciendo estándares de trazabilidad para la industria de diamantes.	De Beers Group (2022). "Global Rollout of Tracr Blockchain." debeersgroup.com .
2023	Blockchain se consolida en sectores como farmacéutico y tecnológico para garantizar autenticidad y sostenibilidad.	Forbes (2023). "Blockchain Transforming Supply Chains." Forbes Tech.
2024 en adelante	Perspectiva futura sobre la expansión de blockchain verde y la interoperabilidad de plataformas.	McKinsey & Company (2024). "The Future of Blockchain in Supply Chains."

Nota. Elaborada mediante revisión literaria

Teorías de Soporte

La teoría de la agencia se enfoca en examinar las relaciones entre los propietarios (principales) y los

gerentes (agentes) de una organización, poniendo énfasis en los conflictos de intereses que pueden surgir. Según Jensen y Meckling (1976), el objetivo de esta teoría es alinear el comportamiento del

agente con el del principal a través de la distribución más adecuada de los riesgos en situaciones de incertidumbre, utilizando la implementación de regulaciones e incentivos. La adopción de blockchain puede aumentar la confianza y la eficiencia en las relaciones de agencia, ya que proporciona un sistema confiable y seguro para el seguimiento y la verificación de las transacciones. (León & Olaya, 2024). Además, la tecnología blockchain también puede mejorar la rendición de cuentas en las relaciones de agencia. Al utilizar un libro mayor distribuido y transparente, se puede rastrear y auditar fácilmente el comportamiento de los agentes y garantizar que actúen en interés de los principales (Karbiner, 2021). Esto reduce la necesidad de realizar controles y supervisiones constantes, lo que a su vez disminuye los costos de agencia.

Otra ventaja de la adopción de blockchain es que puede facilitar la implementación de contratos inteligentes. Los contratos inteligentes son acuerdos automatizados que se ejecutan automáticamente cuando se cumplen ciertas condiciones predefinidas. Al utilizar la tecnología blockchain, estos contratos pueden ser fácilmente verificados y ejecutados de manera transparente, lo que reduce aún más los riesgos y los conflictos de intereses en las relaciones de agencia. (Moreno et al.2024; Peña López, 2024).

Se concluye que, la adopción de blockchain puede tener un impacto significativo en la teoría de la agencia al disminuir los costos de agencia, aumentar la confianza y mejorar la rendición de cuentas. Al proporcionar un registro inmutable y transparente de las transacciones, así como la capacidad de implementar contratos inteligentes, blockchain ofrece una solución sólida para abordar los desafíos y conflictos asociados con las relaciones de agencia.

La transparencia organizacional se refiere a la apertura y claridad con la que una organización comunica información relevante a sus partes interesadas. Según Arredondo Traperero et al. (2014), la transparencia en las organizaciones es crucial para generar confianza y credibilidad entre los colaboradores y las partes interesadas. De acuerdo con estos autores, la transparencia se fundamenta en la divulgación de información precisa y actualizada sobre las operaciones de la organización, así como en el acceso abierto a esta información por parte de todas las partes interesadas.

En este sentido, Blockchain emerge como una herramienta que facilita la transparencia organizacional al permitir que todas las partes interesadas accedan a información precisa y actualizada sobre la cadena de suministro. Esta tecnología de registro distribuido proporciona un sistema descentralizado y seguro donde se registran todas las transacciones de la cadena de suministro de manera inmutable y transparente. Alzate y Giraldo (2023) afirman que se identificaron tres tendencias de la aplicación de blockchain enfocadas en transparencia, trazabilidad y seguridad de las transacciones entre los actores de la cadena de suministro.

Esta tendencia hacia la transparencia organizacional mediante el uso de blockchain se debe a su capacidad para proporcionar un registro seguro e inmutable de todas las transacciones, eliminando la necesidad de intermediarios y reduciendo el riesgo de fraude y manipulación de datos. Además, la tecnología blockchain permite la trazabilidad completa de los productos a lo largo de toda la cadena de suministro, lo que ayuda a garantizar la calidad, autenticidad y procedencia de estos. Asimismo, la seguridad de las transacciones se ve reforzada gracias al uso de criptografía y al consenso distribuido de la red blockchain.

En pocas palabras, la transparencia organizacional es esencial para generar confianza y credibilidad en las organizaciones. El uso de blockchain como herramienta tecnológica puede facilitar esta transparencia al proporcionar información precisa y actualizada sobre la cadena de suministro de manera segura e inmutable. Gracias a sus características de transparencia, trazabilidad y seguridad, blockchain se ha convertido en una tendencia en la aplicación de tecnología para mejorar la transparencia en las organizaciones y fortalecer las relaciones con las partes interesadas.

METODOLOGÍA

Este estudio utiliza un diseño de caso único de tipo cualitativo, el cual permite una exploración profunda y contextualizada del fenómeno en cuestión. En este caso, el enfoque cualitativo es apropiado para comprender la adopción de blockchain en la trazabilidad de recursos naturales, dada la complejidad y especificidad del tema. El caso seleccionado brinda una oportunidad única para investigar detalladamente las implicaciones de la tecnología en la

transparencia y la gestión de la cadena de suministro. La recolección de datos se llevará a cabo a través del análisis documental, incluyendo documentos públicos, reportes de sostenibilidad, informes corporativos y literatura académica sobre la trazabilidad en recursos naturales. Para el análisis de datos cualitativos, se empleará el software ATLAS.ti, que facilita la codificación rigurosa y sistemática. La codificación se realizará en dos fases: la primera consistirá en una codificación abierta inductiva para identificar patrones y temas emergentes. En la segunda fase, se aplicará una codificación deductiva basada en las categorías teóricas establecidas en el marco conceptual, como la teoría de agencia y la transparencia organizacional. El uso de ATLAS.ti permitirá la organización y análisis detallado de los datos, posibilitando un tratamiento exhaustivo de la información y una comprensión profunda de los temas clave. Esta metodología cualitativa, a través del diseño de un estudio de caso único y el uso de codificación en ATLAS.ti, ofrece un enfoque sólido para explorar y comprender las particularidades de la adopción de blockchain en la trazabilidad de recursos naturales.

Sujeto de Estudio

De Beers, establecida en 1888 por Cecil Rhodes, ha sido una de las empresas más influyentes en la explotación, talla y comercio de diamantes. En sus inicios, la compañía llegó a dominar el mercado, controlando aproximadamente “el 95% de la producción mundial de diamantes en 1902” (Business Insider, s.f.). Con operaciones claves en áreas como Sudáfrica y Botswana, De Beers ha tenido un impacto significativo en la economía de estos países, especialmente en Botswana. A través de la empresa conjunta Debswana, una asociación con el gobierno de Botswana, la explotación de diamantes ha “contribuido significativamente a la economía del país” (El País, 2023). Sin embargo, esta relación ha sido objeto de renegociación en años recientes. En 2023, Botswana logró un acuerdo más favorable para asegurar “una mayor participación en los ingresos generados por la venta de diamantes extraídos en su territorio” (El País, 2023). En las últimas décadas, De Beers ha experimentado una disminución en su dominio del mercado debido a “la competencia de nuevos actores y al aumento de la producción de diamantes sintéticos”, lo que ha reducido el control de la empresa sobre la oferta global (Business Insider, s.f.). Ante estos desafíos, De Beers ha emprendido una serie de iniciativas

para modernizar sus operaciones. Una de las más notables es la implementación de la plataforma Tracr, basada en tecnología blockchain, la cual permite “mejorar la trazabilidad de los diamantes y garantizar su procedencia ética” (De Beers Group, s.f.). Esta plataforma responde a las demandas de los consumidores modernos, quienes exigen cada vez más transparencia y sostenibilidad en la industria de diamantes. A pesar de sus esfuerzos por adaptarse a un mercado cambiante, De Beers enfrenta “una demanda creciente de transparencia y prácticas sostenibles” por parte de los consumidores y otros actores del sector (El País, 2023).

ANALISIS Y DISCUSION

El análisis del uso de blockchain en la trazabilidad de los diamantes comienza con la evaluación del valor y de la importancia de la trazabilidad para De Beers Diamond. Esta cadena ha desarrollado su estructura basada en cuatro ejes principales para cumplir con los objetivos primarios de calidad, protección del cliente final y diseño de estrategias que aseguren la diferenciación del producto. Estos ejes son la transparencia, la motivación, el control de la trazabilidad interna, la relación con los canales de distribución, la cooperación, la comunicación con los proveedores y los clientes, y el control de la institución. De Beers, gracias a su liderazgo en la industria, siempre ha mantenido el compromiso por el control de la producción mundial. Para ello, diseñó una batería de estrategias para asegurar la trazabilidad del proceso analítico de calidad en el desarrollo de diamantes cultivados sintéticamente.

De Beers afirma que su primordial objetivo es que la trazabilidad pueda ser controlada desde el proceso analítico que se reproduce en los principales centros de distribución y síntesis que existen a nivel mundial. Junto a la trazabilidad del proceso analítico, la estrategia de De Beers se caracteriza por poder acortar la brecha existente entre los análisis hechos por los laboratorios del grupo y los que se efectúan en el laboratorio de las entidades de negocio y marketing que comercializan los diamantes. Gracias a mi histórica experiencia en la orientación al cliente, tanto interno como externo, he diseñado herramientas de publicación documental e interactiva que facilitan el envío de la documentación analítica y que los principales interesados de cada entidad estén al tanto de la misma.

De Beers habría usado un sistema creado para la trazabilidad de sus diamantes, el cual no utilizaba una solución blockchain. En 2015, había creado una guía de mejores prácticas para sus socios enfocada mayormente en la parte social de la minería, como en apoyar las necesidades de las comunidades cercanas a las minas. La guía considera el control de calidad del aire y agua, la minimización del impacto en la flora y fauna, el control de calidad de los minerales internos, así como de los externos en donde estos llegaran a desprenderse, el tratamiento de los desechos y la revegetación y restauración del hábitat de ser necesario. Respecto a los diamantes, pide que aquellos recolectados no sean subastados ni acreditados dentro de la firma, deben ser declarados donde serán subastados y, muchas veces implícitamente, que el diamante es responsable socialmente, integrándose democráticamente en la cadena.

Para poder ir con esa meta, el grupo comisionó y trabajó también en un sistema más moderno, buscando esa transparencia y fomentando la confianza con sus clientes respecto al origen y pidiendo al resto de actores hacer lo mismo. En particular, el sistema podría identificar a los proveedores que no cumplieran con las normas establecidas a través de reportes de las diferencias entre los datos reales y los aportados por el proveedor. Anunció que en los próximos 6 meses colaboraría “para permitir a sus clientes identificar la procedencia de los diamantes” y ya había estandarizado los envíos con muestras anónimas para que el diamante pueda ser rastreado en todas sus áreas de origen si se dan problemas éticos o legales.

A través del análisis del caso de estudio antes presentado, se pueden identificar varias implicaciones interesantes. En primer lugar, la empresa De Beers, dueña de las mayores minas de diamantes estudiadas, ha logrado de alguna manera imponer su plataforma a pesar de que sus competidores sean también partícipes del proyecto. Esto puede deberse a la posición dominante que tiene De Beers en el mercado en comparación con sus competidoras, dominio que muchos países observaron y que generó un rechazo al control total que la empresa proporcionaba. Novelas atestiguó el fraude algún tiempo después de la firma de su contrato, cuando los consumidores chinos llevaban los diamantes a joyeros calificados y descubrieron que eran falsificadores. Si el de menor calidad o adulterado es, en cambio, el producto que el consumidor espera firmemente que está adquiriendo, esto representa

o bien un fraude de manera deliberada o bien, en el caso en que no se cumplan con las normativas legales, representaría un comportamiento no ético.

En segundo lugar, sobre la plataforma Tracr es posible realizar varias observaciones. Aunque fue realmente lanzada como un piloto y el producto final también usa blockchain, se llevan a cabo más estudios que integran la IA con RFID o de forma separada. Esa es una decisión que podría haber aumentado los beneficios y efectividad del sistema trazador o detectar diamantes sintéticos cuando proclamaron “trazabilidad para siempre” como publicidad de un producto que rastrea solo los diamantes De Beers desde el lugar de origen, lo que no es suficiente para solucionar sobre un tema tan crítico como la circulación del diamante. La elección de cobrar a los participantes, en lugar de dejar el desarrollo a los consumidores, incluso ha limitado la aplicación de Tracr, tanto a nivel global como a nivel de los miembros de la mesa de comercio.

Proceso de Registro y Verificación

Una de las características de los diamantes es que posee un número único formado por 10 dígitos que le son proporcionados por el Institute of the Diamond Industry. Aparte del número único que posee el diamante, se pueden adjuntar datos extra, tales como una descripción escrita, parámetros referidos a las 4 C's, imágenes y filigranas si las contiene. Pero no todo el mundo puede tener acceso a estos datos, ya que tienen que superar la verificación mediante su tecnología. El código único identifica, mediante un hash en la blockchain, el origen e historial del diamante o diamantes, aportando la plataforma una trazabilidad integral de principio a fin. Lo que resultará difícil es la falsificación de estos. Mediante la vinculación de las guías de envío por parte de los proveedores mineros, se puede verificar que estas guías sean fiel reflejo de la producción de la mina y no se hayan manipulado. Sobre la adquisición del diamante por parte de las talladoras, los talladores o las procesadoras de diamante irán subiendo los datos del diamante a la plataforma hasta que se asocie al registro creado a nombre del propietario. Una vez almacene su plan, el propietario podrá asentar su piedra en la plataforma a medida que pase a través de la cadena de custodia. Toda la información del diamante se encripta y puede dividirse para compartirse en anonimato o visibilidad en toda la cadena de valor. Mediante la vinculación de datos de corte y los acuerdos contractuales, podrá comprobarse que todos los proveedores cumplen.

Impacto y Resultados de la Implementación

En primer lugar, si agrupamos a las compañías mineras de diamantes por sectores, donde no exista la tecnología, necesitaremos que el control y verificación a seguir dependan de los resultados correctos o incorrectos que se marquen en unas auditorías realizadas por una parte interesada. Si consideramos el caso con la tecnología, nos ayuda a tener un control actual idóneo y, sobre todo, en tiempo real. Hablando evidentemente de momento operativo.

De igual modo, si consideramos la gestión del CO2 emitido, mediante auditorías y requisitos legales, el control sería el mismo. En cambio, si consideramos el caso con la tecnología, nos permite llevar un control más fidedigno y en tiempo real de la emisión. La transparencia de las acciones realizadas con esta tecnología hace visibles los impactos, porque pueden ser valorados de manera adecuada por las partes interesadas.

En segundo lugar, en la gestión de los locales y/o proveedores y posterior gestión de clientes, no es necesaria la implantación de la tecnología, ya que en este caso obtenemos la información necesaria para tomar las decisiones de control en línea necesarias para que estas sean adecuadas y supongan la toma de decisiones pertinentes por parte de la dirección. Hablando del segundo nivel de gestión, nos referimos al origen. En el caso sin implantación de la tecnología, es necesario depender de la auditoría de nuestros proveedores para poder verificar los cumplimientos realizados en este ciclo. En cambio, con el uso de la plataforma, identificamos dos ventajas: la visibilidad de la trazabilidad completa de los diamantes y la demostración a proveedores y clientes del uso de protocolos éticos y medioambientales.

Transparencia y Confianza

El sistema blockchain proporciona información más completa y detallada, además de proporcionar la trazabilidad de un diamante. La cadena de bloques permite monitorizar las transacciones que inciden en las características del producto, alcanzando la superficie y así su origen. El blockchain garantiza que la información proporcionada acerca de la trazabilidad del diamante es precisa y autorizada. Todo esto hace que aporte tanto un aumento de credibilidad y confianza a todo el sector del diamante, como una clara mejora en los aspectos de delincuencia. Gracias a la transparencia del blockchain,

intercambiaron información. De este modo, ambas empresas obtuvieron un flujo de trabajo más corto y sin duplicados, automatización de la información y evidencia completa de la cadena de suministros.

Durante el proceso de verificación, los escritorios del usuario proporcionaron datos detallados de la cadena de suministro. Una vez que las piezas del diamante fueron verificadas a través de la cadena de suministro, los usuarios pudieron generar un certificado digital para demostrar que las verificaciones se realizaron con éxito. La combinación de estos dos antecedentes demuestra que se realizó un trabajo importante en el campo de la trazabilidad para poder verificar dónde y cómo se extrajo, transportó y procesó el diamante. De este modo, los consumidores finales y las partes interesadas dispondrán de información detallada y completa sobre la proveniencia de los diamantes. Cómo y dónde se originaron los diamantes, y cómo se extrajeron y procesaron los recursos pueden influir en sus finanzas, calidad, sostenibilidad, trazabilidad y, en general, toda la cadena de suministro del diamante.

Desafíos y Limitaciones

Uno de los debacles y limitaciones del trabajo presente se refiere a la falta de ámbito geográfico del análisis presentado. Optamos por delinear únicamente las implicancias del conflicto previo entre De Beers y el caso argentino de la mina Diavik, que operaba como un obstáculo para la comercialización de los productos locales. Pasamos por alto otros transportadores que se dedican a la extracción de activos naturales en países que forman parte del tratado de Kimberley. Sin reticencias: Diamantes de Sangre resalta algunos casos verídicos en minas sudafricanas que resistían al cierre de las oficinas colapsadas de De Beers, que abría oficinas nuevas en la misma mina y se apresuraba en comprar las toneladas de carbón. No obstante, el control y la reglamentación sujetarían la falta de productos argentinos.

Otro desafío comprende la falta de información sobre las peculiaridades concretas de la subplataforma Tracr. Se intenta mitigar esta carencia a través de la confrontación del análisis realizado con las desventajas y límites listados por distintas fuentes que se ocupan de indagar sobre el asunto de los diamantes. Adicionalmente, concebimos realizar futuros casos de estudio sobre el asunto general y sobre la subplataforma Tracr en particular con el objetivo de que completen el presente y brinden los detalles

que en el mismo se pudiesen extrañar. Otro desafío del presente trabajo se vincula a la neutralidad respecto de las consideraciones de los distintos agentes involucrados, incluyendo los posibles clientes de los distintos actores en torno al diamante en cascada.

Privacidad y Seguridad de los Datos

Data como los consabidos smart contracts, de manera que aseguren la correcta gestión y privacidad de la información de cada uno de los actores involucrados. Por tanto, se confirmaría de nuevo la eficiente adaptabilidad, versatilidad e incluso extensible uso de blockchain a múltiples escenarios y verticales, lo cual queda una vez más demostrado con el caso de estudio analizado en esta investigación de mercado.

Tal como se ha comentado a lo largo de esta investigación, la plataforma recurre a un sistema especialmente diseñado y preparado para ser utilizado por ecosistemas privados, en el que se busca la máxima seguridad y privacidad de los datos. En cualquier caso, el consorcio de blockchain asegura la seguridad y privacidad de la información mediante los consabidos smart contracts, de manera que aseguren la correcta gestión y privacidad de la información de cada uno de los actores involucrados. Por tanto, si bien es cierto que los posibles casos de uso se verán incrementados por las capacidades de la plataforma en el análisis de datos y trazabilidad de estos, estudiados a lo largo de la presente investigación, la principal fortaleza de la tecnología blockchain en este proyecto radica nuevamente en la seguridad y privacidad de la información asociada a cada uno de los actores de la red, incidencia en la industria y en especial a los propios clientes, consistentemente.

Comparación con Sistemas Tradicionales

La comparación con sistemas tradicionales de trazabilidad es para comprender por qué De Beers decidió implementar Tracr, y no existiendo otros para facilitar el trail del diamante en su viaje secreto hacia el consumidor. En el espacio de la trazabilidad centralizada, la partición del historial se alcanza mediante perfiles de control de acceso. De Beers realizó una clara elección estratégica al no unirse a otras compañías de venta directa para aceptar su trazabilidad de diamantes. Una vez que la trazabilidad de los diamantes se acepta en una amplia comunidad, el tiempo de De Beers se reducirá con la adopción de la plataforma Tracr, que se

construirá con las necesidades técnicas de De Beers. En segundo lugar, Tracr ofrecerá a sus auditores una capa disecable que les permitirá aislar solo la trama de De Beers durante la auditoría de candidatos a entregarse a terceros. Cabe distinguir el contenido del píxel gráfico del píxel que lo contiene, lo que nos permite abordar el tercer nivel de verificación de este capítulo.

En tercer lugar, la tecnología que soporta Tracr garantiza la trazabilidad, y De Beers, en última instancia, evita ser penalizado por el control monetario del Sistema de Garantía de Kimberley. En este último, los participantes de la cadena de suministro conservan y actualizan una serie de documentos técnicos de acuerdo con los requisitos de la certificación del sistema. Para verificar la trazabilidad, los analistas llevan a cabo inspecciones periódicas que incluyen etapas como inspecciones de campo, verificación de documentos y análisis químico. Todos los miembros de los tres sistemas están sujetos a multas o suspensión por no cumplir con las regulaciones del Sistema de Garantía de Kimberley.

Ventajas y Desventajas

Por último, cabe enunciar las ventajas y desventajas que aporta Tracr. Entre las ventajas, vemos que es una solución privada que crea y administra De Beers, algo lógico, pues preferirán manejar esa información mediante un único canal y no compartirla con posibles competidores. Es una forma de mantener ventajas competitivas dejando fuera capacidad, recursos, tiempo y dinero a otros actores. Además, uno de los puntos fuertes de Tracr es que logra crear una trazabilidad única. Cada diamante es único y su ruta recoge todas las etapas por las que ha pasado, mostrándola única. Así se responde a la pregunta de mil dólares o de mil euros en este caso. Eso sí, la trazabilidad es única y la publicidad tiene como lema, de su mina o asociado al socio particular, poniendo pelillos a la mar en algunos casos, ya que algunos socios están relacionados con diversas explotaciones.

Otra ventaja es que Tracr es un modelo basado en blockchain. Las razones por las que De Beers decidió utilizar esta tecnología son la seguridad, al computar las transacciones combinando con métodos criptográficos que bloquean la retroingeniería o la modificación de los mismos; la inmutabilidad, ya que una vez que se conservan las transacciones no pueden sufrir cambios; la privacidad, al colocar los nodos en lugares dispares, por lo que a priori

nadie conoce la ubicación de la información de un ordenador, de manera que si uno de estos nodos es atacado, los demás podrían comprobar y solucionar los errores; y, por último, la fiabilidad, favoreciendo el acceso a registros compartidos y permanentes. Además de la implementación de esta tecnología, se demuestra que es verdaderamente transparente. Con todo esto, Tracr es el sistema de trazabilidad más moderno y fiable. Por último, De Beers se suma a la moda de este tipo de acciones al demostrar transparencia, alineación con las estrategias sostenibles y responsabilidad con la sociedad que cada vez demanda productos éticos.

Lecciones Aprendidas.

La trazabilidad del diamante natural no es una tarea fácil debido a las características intrínsecas de un material brillante único cuya minería industrial ha sido un monopolio. Sin embargo, es un material que ofrece muchas posibilidades, si las empresas logran aplicar una gestión de producción y comercialización con un enfoque claro hacia la ética y la sostenibilidad.

A través de este trabajo de investigación, me he dado cuenta de la importancia de que las empresas apuesten por diferentes iniciativas para diferenciarse en la cadena de suministro y transferir confianza a los consumidores. Así, se ha demostrado que el sistema y las tecnologías de la información proporcionan respuestas si el enfoque de los gestores de la empresa se dirige a diferenciarse aportando más valor al consumidor final. Tras analizar con detalle la propuesta de valor de la iniciativa, se ha verificado que efectivamente es una apuesta hacia la sostenibilidad en términos medioambientales y éticos, lo que le ha permitido diferenciarse de la cadena de suministro de diamantes, aportar transparencia en la trazabilidad y suministrar más información a la red de intervinientes. Por otro lado, este estudio

también me ha permitido darme cuenta de que el grado de información que resulta de la colaboración entre el puerto y la empresa no es el mismo en la cadena de suministro de un producto tan complejo como el diamante.

A continuación, describiremos las mejoras que se esperan en la tecnología relativa a esta implementación específica de Blockchain. Disrupción en el modelo de negocio de la empresa. El hecho de que los clientes puedan rastrear toda la historia de un diamante redundará en una disrupción del modelo de negocio de la empresa, ya que, de este modo, los distribuidores tradicionales ya no aportarán el mismo valor añadido, estando obligados a adaptarse a los nuevos niveles de transparencia y trazabilidad. Al tener los clientes más información y acceso a esta, no hace falta que la empresa se financie comprando los diamantes al fabricante, ya que se les brinda más confianza. También se simplifican los trabajos de marketing y de trazabilidad mental del surgimiento de un diamante desde el fabricante. De este modo se optimiza la cadena de suministro aumentando la eficiencia y flexibilidad de esta. Relación con los proveedores. Los proveedores son los más directamente afectados por el cambio de modelo sobre la cadena de suministro propuesta. Aunque el modelo sigue siendo el mismo y consiste en un intermediario entre la organización y el fabricante final, algo en lo que afecta directamente la Blockchain es en la trazabilidad de estos. Históricamente, los comerciantes y los fabricantes han sido reacios a proporcionar información detallada sobre las fuentes y las ubicaciones de los diferentes diamantes. Como resultado, si se solicitaba más información que la proporcionada, hacía colapsar el sistema para poder tener una mejor trazabilidad sobre la producción de estos. Con la Blockchain, toda esta información es almacenada en un sistema unificado y abierto que permite verificarla a las partes interesadas.

CONCLUSIONES

El proyecto Tracr, abierto al resto del sector, es realmente novedoso. Ya no solo pasamos directamente de un marco de colaboración cerrada a uno de colaboración abierta, sino que además no conocíamos que se habían establecido alianzas tan importantes y de tan distintas áreas de la cadena de valor, desde las entidades de certificación y auditoría a actores relevantes en la logística, como lo son los grandes del sector de la mensajería. O una alianza que aporta un plus de valía al proyecto y que realmente nos ha sorprendido. Además, es muy interesante lo que plantean en referencia a que estos se convertirán en los nodos de auditoría comerciales, recopilando esta información y permitiendo que, cuando se contraten los servicios de manera online, los clientes puedan consultar de dónde procede, de las plataformas de Tracr, la información que estas se detallan.

Y, por último, hay que destacar un hecho clave que creemos que supone una mejora sustancial en cuanto a las ventanas de oportunidad, y es que no se limita a la trazabilidad de los diamantes, aun así, un objetivo prioritario, sino que incluye potencialmente prestaciones fundamentales tales como la localización y envío de diamantes, así como todos los trámites aduaneros pertinentes para llevar una gema de un país a otro. Esto supone un impulso fundamental para diferenciarse y que, por un lado, el sector diamantífero acabe adoptando Tracr y su blockchain como referente, u otros sectores de minerales o commodities puedan adoptar este mismo sistema en el futuro. Para concluir, hay que comentar que parece clara la necesidad, y más aún la inevitabilidad, de que el sector se reinvente para poder afrontar, o al menos no desaprovechar, la oportunidad que supone la utilización de la tecnología blockchain en su negocio. No obstante, las prestaciones y beneficios que se han ido comentando a lo largo del presente estudio no serán percibidos plenamente a no ser que se establezca una masa crítica de actores que confíen plenamente en el uso de esta plataforma.

En conclusión, el uso de la tecnología blockchain en la trazabilidad de los diamantes ha demostrado ser una herramienta eficaz para garantizar la transparencia y autenticidad de las gemas. El caso de estudio de De Beers y la plataforma Tracr es un ejemplo claro de cómo esta tecnología puede revolucionar la industria de la joyería. Además, se espera que su implementación continúe creciendo en el futuro, brindando beneficios tanto para los consumidores como para los productores

REFERENCIAS

- De Beers Group. (2018). “De Beers rastrea diamantes con cadena de bloques por primera vez.” Recuperado de es.cointelegraph.com
- De Beers Group. (2022). “Tracr™ – De Beers Group.” Recuperado de debeersgroup.com
- De Beers Group. (2022). “De Beers group introduces world’s first blockchain-backed diamond source platform at scale.” Recuperado de debeersgroup.com
- De Beers Group. (2023). “GIA joins Tracr.” Recuperado de debeersgroup.com
- Cointelegraph. (2022). “La tecnología blockchain impulsará la producción de diamantes de De Beers.” Recuperado de es.cointelegraph.com
- Vecdis. (2024). “Los diamantes de De Beers y la cadena de suministro 4.0: cómo la IA y el Blockchain revolucionan el sector.” Recuperado de vecdis.es
- Li, S., Karande, K. & Zhou, D. The Effect of the Governance Environment on Marketing Channel Behaviors: The Diamond Industries in the U.S., China, and Hong Kong. *J Bus Ethics* 88(3), 453–471 (2009). DOI 10.1007/s10551-009-0303-x
- Brown, P., Malmi, T., & Matolcsy, Z. (2007). Agency theory and the role of the board in firm governance: Evidence from the Australian market. *Corporate Governance: An International Review*, 15(5), 865–878. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8683.2007.00612.x>
- Cachon, G., & Lariviere, M. A. (2004). Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: Strengths and limitations. *Management Science*, 50(10), 1214–1224. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1040.0252>
- Frooman, J. (2002). Stakeholder influence strategies. *Academy of Management Review*, 24(2), 191–205. <https://doi.org/10.5465/amr.1999.1893928>
- Gupta, A., Li, C., Karande, K., & Zhou, S. (2010). The diamond industry and TMT’s strategic choices: A look at transparency and agency. *Journal of Business Research*, 63(4), 312–321. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2009.03.015>
- Hasija, S., Li, C., & Tsetlin, I. (2021). Mitigating supplier opportunism: The role of transparency and contract design. *Journal of Supply Chain Management*, 57(3), 67–83. <https://doi.org/10.1111/jscm.12244>
- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305–360. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X)

- Kilubi, I., & Haasis, H. D. (2018). Supply chain risk management and supply chain sustainability: The role of transparency. *Business Strategy and the Environment*, 27(8), 1730-1743. <https://doi.org/10.1002/bse.2230>
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2015). *Purchasing and supply chain management* (6th ed.). Cengage Learning.
- Rao, A., & Bhatnagar, P. (2009). Family-owned businesses in the diamond industry: The role of transparency and agency theory. *Journal of Business Ethics*, 85(1), 73-83. <https://doi.org/10.1007/s10551-008-9756-1>
- Report Linker (2024) Global Diamond Market Overview 2024-2028 ***AGREGAR LINK*****
- Seuring, S., & Müller, M. (2013). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1699-1710. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.08.003>
- Spar, D. L. (2006). *To hold and to have: De Beers, diamonds, and the world*. Harvard Business School Press.
- Stevenson, W. J. (2020). *Operations management* (14th ed.). McGraw-Hill Education.
- Tech For Good. (2024). "Tracr: How De Beers' is digitalising every diamond's story." Recuperado de techforgood.net
- Thakker, U., Patel, R., Tanwar, S., Kumar, N., & Song, H. (2021). Blockchain for Diamond Industry: Opportunities and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(11), 8747-8773. DOI .10.1109/jiot.2020.3047550