

Artículo de Investigación

Blockchain y la Cadena de Suministro con enfoque de Sostenibilidad Económica de las Industrias Textiles de Alpaca, Arequipa, Perú

Blockchain and the Supply Chain with a focus on economic sustainability of the Alpaca Textile Industries, Arequipa, Peru

Anatolia Hortencia Hinojosa Pérez: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
ahinojosap@unsa.edu.pe

Fecha de aceptación: 01/12/2024

Fecha de recepción: 02/01/2025

Fecha de publicación: 07/01/2025

Cómo citar el artículo

Hinojosa Pérez, A. H. (2025). Blockchain y la Cadena de Suministro con enfoque de Sostenibilidad Económica de las Industrias Textiles de Alpaca, Arequipa, Perú [Blockchain and the Supply Chain with a focus on economic sustainability of the Alpaca Textile Industries, Arequipa, Peru]. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 01-15.
<https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1003>

Resumen

Introducción: Este estudio analiza la efectividad de la tecnología blockchain en la cadena de suministro con enfoque de economía circular en las empresas textiles de alpaca en Arequipa, Perú, evaluando su impacto en la sustentabilidad. **Metodología:** La investigación sigue un diseño cualitativo documental, basado en una revisión sistemática de la literatura. Se utilizan estudios de caso relacionados con blockchain y la cadena de suministro, con material bibliográfico obtenido de bases de datos confiables. **Resultados:** Los resultados muestran que la tecnología blockchain mejora la gestión de inventarios y residuos en la cadena de suministro de las empresas textiles de alpaca, con potencial para impactar positivamente la sustentabilidad a nivel local, nacional y global. **Discusión:** El estudio confirma que la tecnología blockchain puede mejorar significativamente la eficiencia operativa y la sustentabilidad de las empresas textiles, al optimizar la gestión de recursos y residuos dentro

de la economía circular. **Conclusiones:** Blockchain ha demostrado ser eficaz en la mejora de la gestión de inventarios y residuos, contribuyendo a la sustentabilidad en las empresas textiles de alpaca en Arequipa, Perú, con un impacto potencial a gran escala.

Palabras clave: Blockchain; Sustentable; Cadena de Suministro; Economía Circular; Empresas Textiles de Alpaca; Sostenibilidad; Inventarios; Saldos Textiles.

Abstract

Introduction: This study analyses the effectiveness of blockchain technology in the supply chain with a circular economy approach in alpaca textile companies in Arequipa, Peru, assessing its impact on sustainability. **Methodology:** The research follows a qualitative documentary design, based on a systematic literature review. Case studies related to blockchain and the supply chain are used, with bibliographic material obtained from reliable databases. Results: The results show that blockchain technology improves inventory and waste management in the supply chain of alpaca textile companies, with potential to positively impact sustainability at local, national and global levels. **Discussion:** The study confirms that blockchain technology can significantly improve the operational efficiency and sustainability of textile companies by optimising resource and waste management within the circular economy. **Conclusions:** Blockchain has proven to be effective in improving inventory and waste management, contributing to sustainability in alpaca textile enterprises in Arequipa, Peru, with a potential large-scale impact.

Keywords: Blockchain; Sustainable; Chain of Ministers; Circular Economy; Alpaca Textile Companies; Sustainability; Inventories; Textiles Balances.

1. Introducción

El problema medioambiental en los siguientes años tiene como causa principal el actual modelo económico lineal que se basa en extraer, producir, utilizar y botar. De hecho, el sistema actual que hoy se encuentra en transición, ha generado consecuencias negativas graves para el medio ambiente, como el cambio climático, el agotamiento de recursos naturales, la pérdida de biodiversidad, así como la contaminación del aire, la tierra y océanos.

Para ayudar a la solución de esta situación es urgente tomar decisiones que respondan a los objetivos de desarrollo sostenible y los objetivos del Acuerdo de París para lograr la neutralidad climática en 2050. La economía circular es la solución, pero es un proceso lento que presenta desafíos que impiden su adopción urgente.

Según Rotari (2021), la *blockchain* es una base de datos gestionada por una red de usuarios y asegurada mediante criptografía, que difiere de una base de datos típica en la forma de almacenar los datos. Por otro lado, la cadena de suministro moderna es compleja y está conformada por múltiples actores y recursos, lo que hace que la trazabilidad, transparencia y seguridad sean desafíos clave para los diferentes participantes.

En este contexto, el blockchain se presenta como una solución prometedora para mejorar la eficiencia, la transparencia y la seguridad de la cadena de suministro, mediante la descentralización y registro inmutable de la información y la eliminación de intermediarios. Además, puede permitir la implementación de sistemas de seguimiento en tiempo real de los productos a lo largo de toda la cadena de suministro, lo que podría proporcionar una mayor confianza en el origen y calidad de los productos (Alzate y Giraldo, 2023).

Por lo expuesto, este trabajo tiene como objetivo general analizar el efecto del uso de la tecnología blockchain en la cadena de suministro con enfoque de economía circular de las empresas textiles. Como objetivos específicos se tiene: Identificar los principales desafíos de la cadena de suministro, determinar cómo la tecnología blockchain mejora la gestión de inventarios en el tipo de empresas en mención, así como evaluar cómo la tecnología blockchain incide en la mejor gestión de los saldos textiles.

La justificación de esta investigación es que tiene una utilidad teórica porque permite explorar cómo la tecnología blockchain puede mejorar la gestión de inventarios, así como de los saldos textiles, lo cual da lugar a la formación de una cadena de suministro con enfoque a la economía circular. También, tiene una utilidad práctica porque permite evaluar los beneficios prácticos que la implementación de la tecnología blockchain puede ofrecer a una empresa textil, como la reducción de costos, la mejora de la eficiencia operativa y la mitigación de riesgos relacionados con la cadena de suministro. Asimismo, tiene una utilidad social porque facilita el análisis del impacto social de una cadena de suministro más sustentable en la industria textil, incluyendo aspectos como la reducción de residuos, la mejora de las condiciones laborales y el fomento de prácticas comerciales éticas.

Como resultado, se determina que la tecnología blockchain es innovadora para la cadena de suministro con enfoque a la economía circular por la transparencia de sus procesos, porque la información que queda grabada en el bloque es imposible su corrección o modificación debido a la encriptación de la información, lo que acentúa la tendencia de las compañías por usarla en procesos de rastreabilidad de sus productos y servicios.

Este trabajo de investigación presenta la siguiente estructura; la Introducción donde se definen las variables de estudio, la importancia y contextualización del problema. Seguido de la primera sección se describe cómo funciona la tecnología blockchain y se identifican los principales desafíos presentados en la cadena de suministro de las empresas textiles. Posterior a ello, se evalúan las mejoras en la gestión de inventarios en las empresas textiles y cómo esta tecnología incide en la mejor gestión de los saldos textiles. Finalmente se considera la discusión y conclusiones respectivas.

2. Metodología

La investigación es una investigación de diseño documental de tipo cualitativo, basada en un protocolo de revisión sistemática. Las unidades de análisis de la revisión de literatura son los estudios de caso relacionados con blockchain y cadena de suministro. Para la búsqueda y selección del material bibliográfico se utilizaron las bases de datos Emerald Insight, ScienceDirect, Scopus y Scielo.

3. Resultados

3.1. La tecnología blockchain y su aplicación en la sustentabilidad de la cadena de suministro

Blockchain trata esencialmente de una base de datos de registros distribuida (Nizamuddin *et al.*, 2019), en la cual se almacena información de manera independiente a través de cada bloque dentro de la cadena, que puede ser compartida por una gran cantidad de usuarios en forma peer-to-peer (Retamal *et al.*, 2017) y las entidades participantes no necesitan de un intermediario que valide una transacción.

Este concepto de Blockchain resalta una de las características innovadoras de esta importante tecnología de los últimos tiempos: su capacidad de funcionar como una base de datos bien distribuida que permite trabajar con transparencia y seguridad en muchas operaciones. Al tener la capacidad de almacenar información en bloques que están interconectados, esta garantiza que sea inmutable y accesible para todos los que interactúan en la red, lo que hace que haya confianza entre las partes.

También, al eliminar a actores intermediarios se reducen muchos costos y tiempos de transacción, que trae como consecuencia cambios radicales en muchas áreas desde las finanzas hasta la cadena de suministro. Pero, también trae muchos desafíos relacionados con la escalabilidad y regulación, que debe ser discutida a medida que esta tecnología vaya posicionándose de acuerdo al contexto.

Tapscott (2017, p. 27), define *blockchain* como “[...] un protocolo de confianza que actúa como una red distribuida, en la cual las transacciones son autenticadas por cada uno de los actores participantes de forma colaborativa de tal manera que se responda a intereses colectivos”. Esta definición resalta un factor importante como es el aspecto colaborativo y descentralizado de esta tecnología. Lo describe como una red distribuida donde cada usuario valida o autentica las transacciones lo que enfatiza la eliminación de un intermediario central que trae como consecuencia una mayor eficiencia y confianza entre los grupos de interés. También, permite que los intereses colectivos sean priorizados, lo que es muy valioso en el contexto actual donde la transparencia y rendición de cuentas es sumamente importante, en la gestión de recursos, en las cadenas de suministros.

Para comprender el posible impacto del *blockchain* es preciso remitirse a lo expuesto por Puncel (2018, p. 3), haciendo alusión a “The Innovator’s Dilema” (1997), enuncia que una tecnología disruptiva “[...] en sentido literal produce una interrupción súbita de algo, lo cual tendrá efectos más allá de la eficiencia de los procesos productivos e incide en la organización social”, por lo tanto, la tecnología blockchain puede considerarse dentro del grupo de tecnologías que impactarán a las empresas en los próximos años. (Marriaga *et al.*, 2023).

Esta definición, que enfatiza que es una tecnología disruptiva, es decir de cambios rápidos que tendrá consecuencias en el proceso de producción que puede permitir más eficacia en la toma de decisiones empresariales en un mundo global como el que vivimos hoy.

Entre las características de la *blockchain* se encuentran:

- 1) Descentralización: La red permite participar, tomar decisiones y avalar de forma autónoma y consensual, transacciones y negociaciones sin la intervención de intermediarios mediante la definición de las reglas en común acuerdo, permitiendo la transición a un entorno transparente, abierto y seguro (López, 2019).
- 2) Colaboración: Es una red central que promueve la cooperación, el trabajo colaborativo, participativo de todos los que interactúan en la red para beneficio de todos los usuarios (Giménez y Ibáñez, 2019).
- 3) Inmutabilidad: Los datos en la red dejan un rastro imborrable, lo cual permite conocer cuál de los usuarios altera la información, previniendo de esta forma el fraude (Dolader, *et al.*, 2017).

- 4) Control: Cada integrante de la red puede comprobar la información en cada evento y para que haya una alteración se necesita un consenso de todos los participantes, es decir se toma decisiones para hacer cambios por acuerdo de todos (Maesa *et al.*, 2017).
- 5) Accesibilidad: En la red distribuida cada participante representa un nodo que contiene una copia de los archivos que se generan, asumiendo entonces el rol de cliente-servidor de tal manera que los participantes pueden acceder simultáneamente a la información (Ganne, 2018). (Marriaga *et al.*, 2023).

De este modo, es fundamental hacer hincapié que en la tecnología blockchain se identifican dos tipos de redes, las cuales son:

- Las redes públicas: Son plataformas de registro descentralizadas. Suelen utilizar un software de código abierto y, por lo tanto, están abiertas a todo aquel que disponga de conexión a internet (Yaga, *et al.*, 2018).
- Las redes privadas son mantenidas por aquellos usuarios que están autorizados por una entidad centralizada, la cual puede restringir de manera arbitraria quién puede ver y realizar registros o transacciones dentro de la red (Yaga *et al.*, 2018 citado en Rotari, 2021).

Por lo general, en el marco de la privacidad de las empresas, estas suelen usar redes privadas, sin embargo, hay un porcentaje de información que se comparte para que los consumidores tengan conocimiento sobre la empresa. Tras las facilidades logísticas que refleja el uso de la tecnología blockchain, Santiago *et al.*, (2023), hacen énfasis sobre el efecto que esta tiene en la cadena de suministro o supply chain.

En principio, dicha cadena se define como una red de organizaciones y procesos de negocios para la adquisición de materias primas, transformación en productos semielaborados o terminados, o a su vez procesos de distribución a minoristas o clientes (Laudon y Laudon, 2016). Las partes que hacen que la cadena de suministro se mantenga perfectamente sincronizada son fabricantes, proveedores, mayoristas, comerciantes al detalle e incluido los clientes finales (Chopra y Meindl, 2008).

La integración de todos estos actores permite que, en primera instancia, los proveedores tengan disponible el acceso a los suministros o materias primas y, a medida que avance, los fabricantes transformen estos suministros en productos semielaborados o intermedios para luego convertirse en un producto final. Luego intervienen los mayoristas que manejan el proceso de entrega de los productos a los puntos de entrega o centros de distribución donde los detallistas, también conocidos como comerciantes, son los puntos de contacto para la venta a los clientes o consumidores (Laudon y Laudon, 2016) como se puede observar en la figura 1.

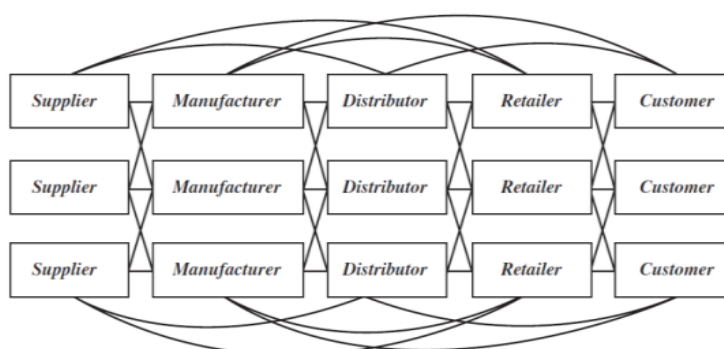
Podemos resumir que, si bien cualquier base de datos convencional puede almacenar muchos tipos de información, *blockchain* es única, porque está totalmente descentralizada y no depende de ningún organismo. En vez de estar guardados en una ubicación, por un administrador centralizado, como sucede con una hoja de Excel o una base de datos bancaria muchas copias idénticas de una base de datos *blockchain* se guardan en varios equipos denominados nodos que se encuentran distribuidos en una red.

Como mencionamos anteriormente, hay cadenas de bloques o *blockchain* públicas y privadas. Es importante tener en cuenta que, en una cadena de bloques pública, puede participar muchos usuarios, lo que significa que logran leer, escribir o auditar los datos en la cadena de bloques. Por lo tanto, es muy difícil alterar las transacciones registradas en una cadena de bloques pública, ya que ninguna autoridad controla los nodos.

Por otro lado, también es bueno saber que las cadenas de bloques privadas están controladas por una organización o grupo particulares, que son los que pueden decidir quién está encargado o es parte del sistema y tienen la autoridad para volver atrás y alterar la cadena de bloques. Este proceso de *blockchain* privado es más similar a un sistema de almacenamiento de datos interno, excepto que se distribuye en varios nodos para aumentar la seguridad.

Figura 1.

Flujo de cadena de suministro



Fuente: Yusuf, *et al.*, (2020).

Lotfi *et al.* (2021), consideran que el uso de la tecnología *blockchain* proporciona agilidad, sostenibilidad, reducción de costos operativos y optimización de procesos a través de dos etapas: decisiones y flujo de transbordo de componentes dando paso a una nueva era de cadena de suministro con estrategias inteligentes; por ejemplo, la teoría del costo de transacción que se ocupa de la estructura de gobierno óptima para minimizar el costo total bajo ciertas condiciones exógenas relacionadas con la naturaleza de la transacción (Coase, 1937; Geyskens *et al.*, 2006; Williamson, 1975). Las transacciones y su costo son una construcción clave para las relaciones de la cadena de suministro, de ahí que el *blockchain* proporciona un nuevo enfoque para la contratación digital en forma de contratos inteligentes.

3.2. Desafíos de cadena de suministro del sector textil

En principio, en base a estudios anteriores se halló que, según García, *et al.* (2011) los factores que más afectan en la cadena de abastecimiento del sector textil son: el clima, la relación con los proveedores, la calidad de materia prima almacenada y los costos que se generan por retrasos o material defectuoso, lo que trae como consecuencia que la mayoría de empresas son ineficientes e ineficaces.

Por su parte, Sandra y Boscán (2004), también determinaron que los constantes cambios tecnológicos y la competitividad latente debido a la globalización han afectado las empresas, de este modo, concluyeron que es fundamental crear estrategias para la optimización de los procesos, la logística de entrada, actividades de apoyo como recursos humanos y desarrollo de tecnología, la cadena de valor para analizar el estado existente de las empresas y obtener ventajas competitivas y mejorar el desempeño de una compañía, de lo contrario estas no serán competitivas.

Asimismo, Zuluaga *et al.*, (2011), resaltaron la importancia que toma la gestión de abastecimiento dentro de la logística y la cadena de suministro, por ende, concluyeron que para que una empresa tenga la garantía de abastecimiento de manera exitosa, es decir que su cadena de suministros desde un inicio sea eficiente es muy necesario un cuidadoso proceso de identificación, selección y evaluación de proveedores.

Sin embargo, es menester señalar que en el sector textil se ha hecho imprescindible tomar en cuenta el impacto ambiental, además de otro tipo de impactos como el social y el económico por ello, Prahalad y Hamel (1990) consideran que la elaboración de competencias esenciales es el factor crítico que impacta en el progreso y la rentabilidad de una empresa en dos aspectos simultáneos: en primer lugar se trataría de afianzar una gestión eficiente de los recursos, es decir producir más con menos recursos, mientras que otra de las competencias tiene que centrarse en la utilización coherente de estos recursos de acuerdo a su valor intrínseco, es decir, evaluar técnicas para maximizar la productividad y minimizar los desperdicios al utilizar los recursos disponibles cuando se hace referencia a uso eficiente, además de evaluar dichas técnicas y utilizar los recursos de manera que se tenga en cuenta su impacto no solo para el corto o mediano plazo, también para el largo plazo, considerando en todo el proceso de producción la ética y sostenibilidad para así reconocer el valor intrínseco.

Así, es evidente en el actual contexto de problemas ambientales la necesidad de la complementariedad de eficiencia y sostenibilidad cuando se habla de cadenas de suministros; especialmente en el sector textil.

Por lo tanto, una vez definidos tales desafíos, en el presente estudio se hace énfasis en la evaluación de la relación en la blockchain sobre el manejo de inventarios y gestión de residuos sólidos en las empresas textiles con un enfoque social y medioambiental, si se quiere lograr la sostenibilidad económica de las empresas textiles de Arequipa, que son parte de las industrias textiles con mayor potencial económica de la región Sur del Perú.

3.2.1. La tecnología blockchain en la gestión de inventarios de las empresas textiles

Para entender la incidencia de la tecnología *blockchain* en la gestión de inventarios es importante partir de la conceptualización. Por ello, según Díaz (1999, citado en Durán, 2012), los inventarios son la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia bien para la venta ordinaria del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización.

Los inventarios pueden ser tipificados según las características físicas de sus elementos o según su concepción logística, a continuación, se describen los diferentes tipos (Ver Figura 2).

Figura 2
Tipos de inventarios

Criterio	Concepto	Tipo de inventarios
Funcional	Se considera tomando la función o naturaleza de la empresa. El inventario dependerá si es una empresa manufacturera, comercial o de servicio.	• Materia Prima (material utilizado como punto de partida para el proceso de producción) • Productos en proceso (productos que están sin terminar) • Productos terminados (productos que están listos para la venta, envío o consumidor final)
Razones para mantenerlo	Depende del motivo por el cual se mantiene el inventario en una empresa.	• Precautelativo (material o productos terminados como medida de prevención por una demanda mayor) • Transaccional u operativo (mercancía operable que dispone la empresa para funcionar y generar recursos y ganancias) • Especulativo (material o productos terminados retenido para obtener mayores ganancias debido a la variación de los precios que experimentan los productos destinados a la venta)
Duración	Su clasificación depende de la durabilidad del mismo.	• Perecedero (mercancía que tiene fecha de vencimiento) • No perecedero (mercancía que no se vencen)
Origen	Se considera el inventario de acuerdo a la procedencia del inventario.	• Importados (mercancía fabricada y proveniente del exterior del país) • Nacionales (mercancía elaborada y adquirida dentro del país)
Valor (Pareto)	Se clasifica el inventario por la forma como se establece el precio de un inventario.	• Grupo A (Mayor valor –se mantiene pocas cantidades-) • Grupo B (Valor medio –cantidades medias-) • Grupo C (Bajo valor –se mantiene grandes cantidades-)
Tipo de producto	Se clasifica de acuerdo a la naturaleza y rotación del inventario. Es decir, de la forma como está compuesto el inventario físicamente.	Empresa licorera • Whisky • Ron • Vino • Cerveza

Fuente: Durán (2012).

De este modo, la tecnología blockchain tiene el potencial de revolucionar la gestión de inventarios en las empresas textiles porque permite crear un registro digital descentralizado y seguro que garantiza una trazabilidad completa y transparente de los productos textiles, desde el inicio hasta el final; lo que facilita la detección de cualquier problema o irregularidad en la cadena de suministro.

Así mismo, al utilizar la blockchain para registrar información detallada sobre la calidad de los materiales utilizados, los procesos de fabricación y las pruebas de calidad realizadas, las empresas textiles pueden garantizar la integridad y la autenticidad, además de controlar la cantidad de desperdicios y mermas que ocasionan la fabricación de sus productos; lo cual es relevante en la industria de la moda que en la actualidad se le conoce como una de las industrias que más contamina el medio ambiente. Por otra parte, también es necesario hacer hincapié que una de las herramientas del blockchain que ayudan en la optimización de extremo a extremo son los contratos inteligentes.

Centeno (2020), señala que este tipo de contrato consiste en un proceso automático de ejecución de obligaciones (las cuales han sido previamente codificadas en la blockchain) una vez se verifique el cumplimiento de los compromisos adquiridos por las partes, por ende, esto ayuda a agilizar las operaciones de emisión de órdenes de compra, programación de entregas y seguimiento de pagos, además de reducir la necesidad de intervención humana en tareas administrativas repetitivas.

Por último, la tecnología blockchain puede utilizarse para crear registros únicos e inmutables de cada producto, lo que dificulta la falsificación y el fraude. Al asociar cada producto con un identificador único en la blockchain, las empresas textiles pueden verificar fácilmente la autenticidad de sus productos y proteger su marca de la competencia desleal, es decir, tienen la facilidad de hacer seguimiento a sus inventarios de productos terminados.

A modo de ejemplo, se presentan los siguientes casos:

- VeChain: Colabora con marcas textiles para rastrear la autenticidad y la calidad de los productos desde la producción hasta la venta al por menor.
- IBM Food Trust: Aunque inicialmente diseñada para la industria alimentaria, esta plataforma blockchain también puede adaptarse para rastrear productos textiles a lo largo de la cadena de suministro.
- Proyecto A Transparent Company: Una iniciativa que utiliza blockchain para rastrear la procedencia y las condiciones de trabajo en la cadena de suministro textil, promoviendo la transparencia y la responsabilidad social corporativa.

Por tanto, integrar la tecnología blockchain en la gestión de inventarios textiles puede mejorar significativamente la eficiencia, la transparencia y la seguridad en toda la cadena de suministro, beneficiando tanto a las empresas como a los consumidores.

3.2.2. La tecnología blockchain en el mejoramiento de la gestión de saldos textiles

Para iniciar con este apartado, se debe entender que en la industria textil es necesario tomar en cuenta el enfoque de economía circular ya que va de la mano con el consumo sostenible, mejora del impacto ambiental, aporte a la innovación y rentabilidad (Cornejo, 2020). De este modo, es fundamental una eficiente gestión de reutilización y reciclaje de los saldos textiles, o también conocidos como desechos textiles, que la industria textil a la fecha no ha podido dar solución a un problema de contaminación que no tiene cuando resolverse, por lo que es urgente la utilización de tecnologías emergentes si se quiere garantizar una cadena de suministro eficiente y sostenible.

Valle (2012), señala que la sustentabilidad empresarial es una tendencia que trasciende mostrando resultados positivos en lo económico, ecológico y social, destacando que es necesario y urgente la optimización del sistema y el desarrollo de capacidades sociales y ambientales a nivel empresarial. Es decir, se considera que es una filosofía que se refuerza hoy en día por la tendencia de conciencia ecológica en los individuos y en las empresas. Por su parte, Portales *et al.*, (2009), considera que la sustentabilidad empresarial promueve y estimula la reorientación de mecanismos de la sociedad en cuanto a economía, política, ciencia y tecnología.

De este modo, encuentra cinco dimensiones desde perspectivas diferentes pero que convergen y comparten similitudes con las cuales supone la posibilidad de evaluar la sustentabilidad de empresas. Estas son: gestión global porque vivimos en un mundo sin fronteras gracias a la revolución de las comunicaciones e información, competitividad siendo lo mejores con enfoque social y medioambiental, relaciones e impacto de transparencia aplicando en cada proceso la ética y valores y comunicación eficiente y transparente con todos nuestros grupos de interés (Ver Figura 3).

Figura 3

Esquema de sustentabilidad empresarial



Fuente: Portales (2009).

En relación con la dimensión global, Marti (2008), señala que es el detonador de todo lo que suceda en la organización puesto que se vincula con la ética, donde no solo se piensa en aspectos que beneficien a la empresa y sus grupos de interés más cercanos, sino que además se hay una preocupación por los impactos que genera en el entorno. En cuanto a la dimensión de competitividad, se busca que se cree una interrelación entre rentabilidad, calidad, confiabilidad, flexibilidad, capital humano, gestión tecnológica y productividad.

Por su parte, en la dimensión de relaciones, se considera importante el desarrollo de relaciones estratégicas con diferentes grupos de interés (accionistas, empleados, consumidores, proveedores, entre otros) en pos de lograr la permanencia de la empresa en el largo plazo. (Freeman *et al.*, 2001, citado en Portales, 2009). En la dimensión de impactos, se basa en la Triple Bottom Line (TBL), lo cual implica que la empresa u organización tenga impactos económicos, como eficiencia de procesos; sociales, tomando en cuenta a los grupos de interés con los que se relaciona y ambientales, buscando minimizar su impacto en el medio.

En la dimensión de transparencia y comunicación, el concepto de rendición de cuentas por parte de la empresa es importante ya que se ha convertido en un pilar de la sustentabilidad y de la responsabilidad social corporativa. Por ello, se menciona que las grandes empresas deben tener el compromiso inherente de ser sustentables en sus modelos de negocios, sin embargo, no solo las empresas grandes requieren de modelos de negocio sustentables, sino también las pequeñas y medianas porque son parte de un flujo económico-social que demanda y hace uso de recursos que impactan en el ambiente (Forbes, 2014 citado en Arámbula, 2020).

De esta manera, la tecnología blockchain reaparece en este contexto ya que es evidente las contribuciones que puede hacer en algunas de estas dimensiones de manera directa o indirecta. Como se viene desarrollando, las aplicaciones basadas en blockchain tienen el potencial de mejorar las cadenas de suministro al proporcionar infraestructura para registrar, certificar y rastrear a bajo costo los bienes transferidos entre partes distantes que están conectadas a través de una cadena de suministro que no necesariamente confían entre sí (Parrondo, 2018), sin embargo, es menester señalar que esta tecnología también resulta funcional sobre la sustentabilidad a la hora de auditar y controlar impactos ambientales, así como para dar cuenta del cumplimiento de los estándares establecidos por la regulación y las mejores prácticas de gestión ambiental (Mazzoco *et al.*, 2022).

Según CEREM (2019), los residuos textiles se clasifican de acuerdo a su función dentro del ciclo de producción:

- Residuo Post – Industrial: Son los materiales sobrantes de telas y tejidos después de procesos de corte, acabado, piezas falladas, etc. Que, si no se reciclan, se convierte en un potencial agente de contaminación.
- Residuo Pre – Consumo: Son aquellos artículos acabados pero que no llegan a ser comercializados por tener fallas o no cumplir los protocolos de calidad del producto, cuyo almacenamiento elevan los costos y disminuyen la productividad empresarial.
- Residuo Post – Consumo: Son los productos terminados que han sido comercializados y una vez en manos del consumidor han finalizado su vida útil y que con una mayor sensibilización de estos podría desarrollarse un nuevo ciclo de vida para estos productos de segunda mano.

En los últimos años la industria textil se ha convertido en la segunda más contaminante del planeta. La ONU califica la industria del *fast fashion* de emergencia medioambiental que debe ser atendida dado a su impacto negativo en el entorno y la salud. (García, 2020). En este contexto, la responsabilidad empresarial en cuestiones ambientales y, de sustentabilidad en general, se ha extendido en desde el interior de su propio proceso productivo hacia la totalidad de la cadena de suministros de bienes y servicios (Rinaldi, 2020), de tal modo, la industria de la moda tiende a enfocarse principalmente en reducir el desperdicio y en reciclar la ropa como se viene haciendo en otros sectores.

Para Xicota (2018), la gran cantidad de residuos que genera el modelo de extraer, usar-tirar provoca ineficiencias a gran escala que podrían llegar a alcanzar los 500 millones de dólares al año globalmente. En efecto, no todo se puede reciclar y no todo lo reciclado mantiene su calidad, en este sentido, la moda circular permite repensar la fabricación, el uso y la reutilización de productos y materiales aprovechando la oportunidad económica que supone ser capaz de capturar el valor desperdiciado.

Por ello, la blockchain se ha convertido en una herramienta fundamental para las empresas en general porque es un medio para alcanzar la fidelización de sus clientes en base a la información que pueden reflejar sobre su impacto sostenible a partir de lo recopilado con la tecnología blockchain.

En este sentido, retornando el análisis al sector textil, se demostraría la trazabilidad del producto que forma parte de la sostenibilidad y asegurar los pilares de moda sostenible en toda la cadena valor desde el uso materiales sostenibles, el pago justo a los productores y el cuidado del medio ambiente, ya que cada proceso estaría registrado y, por tanto, ayudaría a los usuarios a navegar y acceder a una variedad de datos que permitiría que ésta industria logre un desarrollo económico sostenible, generando más empleo con mejores ingresos que eleven el nivel de vida de todos los involucrados, especialmente los productores de lana de alpaca que viven en las zonas altoandinas de la región Arequipa y que en la actualidad no son los más beneficiados dentro de la cadena de valor de esta industria.

Por otro lado, en el marco de la relevancia de las certificaciones por sostenibilidad en las empresas, la tecnología blockchain puede ser utilizada también para verificar y certificar prácticas sostenibles en la gestión de residuos textiles, como el reciclaje responsable y la reducción de desechos.

Al registrar de manera transparente cada etapa del proceso de gestión de residuos en la blockchain, se puede proporcionar evidencia confiable, transparente, verificable de cumplimiento con estándares ambientales y sociales que cada vez se viene exigiendo que no solo esta industria la respete, además de promover la responsabilidad en toda la cadena de suministro.

4. Discusión

Las empresas textiles pueden beneficiarse enormemente de la integración de blockchain en sus cadenas de suministro. Morales *et al.*, (2023), destacan el efecto positivo de esta tecnología en la cadena de suministro, definida como una red de organizaciones y procesos de negocios para la adquisición de materias primas, transformación en productos semielaborados o terminados, y distribución a minoristas o clientes (Laudon y Laudon, 2016), de este modo, se trataría de una sincronización perfecta de la cadena de suministro donde fabricantes, proveedores, mayoristas, comerciantes al por menor y clientes finales tendrían al alcance la información necesaria para la toma de decisiones de acuerdo a sus intereses.

Según Vélez (2011, citado en Rueda, 2015), algunos de los factores que más afectan a la cadena de abastecimiento del sector textil son la relación con los proveedores y la calidad de materia prima almacenada, sin embargo, con relación a la gestión de inventarios se logró sustentar que el uso de la blockchain garantiza de manera detallada el registro de información sobre la calidad de los materiales utilizados, los procesos de fabricación y las pruebas de calidad realizadas, por tanto, las empresas textiles tienen prueba suficiente para demostrar la autenticidad de sus productos; lo cual es fundamental en la industria de la moda.

Por otro lado, de acuerdo a los estudios evaluados en el marco del uso de la blockchain en la cadena de suministro, se percibe que recientemente se está considerando el enfoque de sostenibilidad puesto que, en dichos estudios, por lo general, se hizo hincapié en asuntos logísticos, relación con proveedores, evaluaciones de calidad y desarrollo de tecnología.

En este sentido, teniendo en cuenta el nuevo vértice sostenible, se ratifica la viabilidad de la blockchain porque ofrece una serie de beneficios para mejorar la gestión de los residuos textiles, incluyendo una mayor transparencia, eficiencia y trazabilidad en toda la cadena de suministro. Al aprovechar estas capacidades, se pueden desarrollar soluciones innovadoras para abordar los desafíos asociados con la gestión de residuos textiles y avanzar hacia un modelo más sostenible y circular para la industria textil.

5. Conclusiones

Primera: Se ha demostrado que la tecnología blockchain influye positivamente en la cadena de suministro con enfoque de economía circular de las empresas textiles porque le da agilidad, sustentabilidad, le permite la reducción de costos operativos, la optimización de procesos, dando lugar a una nueva era de cadena de suministro con estrategias inteligentes.

Segunda: Se ha demostrado, que la aplicación de la tecnología blockchain en la cadena de suministro de las empresas textiles de alpaca es de gran importancia, ya que le da sustentabilidad porque le brinda infraestructura para registrar y almacenar información, certificar y rastrear a bajo costo los bienes transferidos entre partes distantes, además de auditar y controlar impactos ambientales y vigila el cumplimiento de los estándares establecidos por la regulación y las mejores prácticas de gestión ambiental.

Tercera: Se ha demostrado que la tecnología blockchain incide de manera positiva en la gestión de inventarios de las empresas textiles de alpaca, porque permite el registro digital descentralizado y seguro que garantiza una trazabilidad completa y transparente de los productos textiles, permite controlar la calidad de los materiales utilizados, de los procesos de fabricación y las pruebas de calidad realizadas, además mediante los contratos inteligentes permiten realizar operaciones de compra y venta, dificultando la falsificación y el fraude.

Cuarta: Se ha demostrado que la tecnología blockchain mejora la gestión de residuos sólidos en las empresas textiles porque la blockchain se ha convertido en una herramienta fundamental para las empresas en general porque se determinó un medio para alcanzar la fidelización de los clientes en base a la información recopilada sobre su modo de gestión de recursos tomando en cuenta su valor intrínseco, así como impacto sostenible.

6. Referencias

- Arámbula, M. (2020). Impacto de la gestión de sustentabilidad empresarial en la cultura organizacional. *Dialnet*, 12(20), 45-56, <https://doi.org/10.20983/novarua.2020.20.3>
- Centeno, R. (2020). Introducción a la blockchain, a los contratos inteligentes, y a la aplicabilidad del arbitraje a esta tecnología. *Avani*, 1(22), 483-500, <https://bit.ly/4fuo5tA>
- Dolader, C., Bel, J. y Muñoz, J. (s.f.). *La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías*. Universitat Politècnica de Catalunya, <https://bit.ly/4drx50Q>
- Durán, Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. *Visión Gerencial*, 1, 55-78. <https://bit.ly/3Wlhg52>
- Galván Torres, D. R. (2021) *Prototipo de una Aplicación Descentralizada de apoyo a los procedimientos de Gestión de Inventarios de la Universidad Distrital usando Blockchain e IPFS*. Bogotá. <https://bit.ly/3yux2T5>
- Inocente y Miranda (2021). *La influencia de la moda sostenible en la exportación de cárdigan de fibra de alpaca a EE.UU. en la región Arequipa entre los años 2014 al 2020*. [Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Negocios Internacionales]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://bit.ly/46t3KAU>
- Marriaga, C. y Bonfante, M. (2023). Blockchain: Aplicación en el Comercio Internacional y en la Gestión de la Cadena de Suministro. *Transinformação*, 35, 1-13. <https://doi.org/10.1590/2318-0889202335e220028>
- Morales-Cardoso, S., Morales-Morales M. R., Chipuxi-Trujillo, V. W. y Paucar, J. (2023). Tecnología blockchain en la optimización de una cadena de suministro. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(2), 161-180. <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v5i2.1074>
- Mazzoco, M., Orteu, M., Álvarez, E., Navarro, E. y Tuñez, F. (2020). *Blockchain para la sostenibilidad ground zero*. PNUD. <https://goo.su/eJHA27K>
- Nuñez, A. (2019). *Logística para el sector textil*. Universitat Oberta de Catalunya. <https://bit.ly/4dlwsWC>

- Parrondo, L. (2018). *Tecnología blockchain, una nueva era para la empresa*. UPF-Barcelona School of Management. <https://bit.ly/3LP7iEk>
- Prada, R. y Ocampo, P. (2016). *Cadena de abastecimiento verde en empresa textil colombiana*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6096223.pdf>
- Prahalad, C. y Hamel, G. (1990). *The core competence of the corporation*. Harvard Business Review. <https://bit.ly/4d5qEB1>
- Portales, L., García, C., Camacho, G. y Arandia, O. (2009). *Modelo de sustentabilidad empresarial penta-dimensional: Aproximación Teórica. Tecnológico de Monterrey*. <https://rayo.xoc.uam.mx/index.php/Rayo/article/download/189/180>
- Rotari, V. (2021). *Blockchain aplicado a empresas de reciclaje y valorización de la economía circular*. Universidad de Cantabria. <https://goo.su/MCwMAD>
- Rinaldi, G. (2020). *Blockchain y sustentabilidad ambiental*. La Ley. <https://goo.su/1Cia6>
- Rueda, E. J. (2015). *Estrategias en la gestión de la cadena de suministro del sector textil bajo un enfoque lean*. (Tesis de bachiller). Universidad de San Buenaventura Seccional, Medellín. <https://goo.su/4EzMP>
- Sandrea, M. y Boscán, M. (2004). La cadena de valor del sector confección. *Revista Venezolana de Gerencia*, 9(26), 336-353. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29002608>
- Xicota, E. (2018). *La moda circular es más que reciclaje*. Ester Xicota. <https://www.esterxicota.com/moda-circular-mas-que-reciclaje/>
- Yusuf, F., Isak, C. y Muhammad, C. (2020). Fast moving product demand forecasting model with multi linear regression. *AIP Conf. Proc*, 2227(1), 1-7. <https://doi.org/10.1063/5.0001031>
- Zuluaga, A., Guisao, E. y Molina, P. (2011). La evaluación de proveedores en la gestión del abastecimiento en las empresas del sector textil, confección, diseño y moda en Colombia. *Revista Politecnica*, 7(12), 79-89. <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/196/170>

AUTORA:**Anatolia Hortencia Hinojosa Pérez**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.

Economista e investigadora con un Doctorado en Ciencias Sociales y una Maestría en Economía. Ha ocupado cargos directivos en entidades públicas y privadas y ha ganado becas en Colombia y México. Se ha desempeñado como catedrática en dos universidades peruanas y forma parte de la Red de Profesionales en Gestión para Resultados del BID. Sus áreas de investigación incluyen innovación, desarrollo sostenible y gestión ambiental.

ahinojosap@unsa.edu.pe**Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0001-5436-3120>**Google Scholar:** <https://scholar.google.com/citations?user=7QOWcfoAAAAJ&hl=es>**Scopus:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58061174200>