



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,
Volumen 8, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5

DE LA CADENA DE BLOQUES AL TALENTO HUMANO: INNOVACIONES DISRUPTIVAS EN RECURSOS HUMANOS

**FROM BLOCKCHAIN TO HUMAN TALENT: DISRUPTIVE
INNOVATIONS IN HUMAN RESOURCES**

Jessica Cruz Manzo

Tecnológico Nacional de México

Luis Carlos Ortuño Barba

Tecnológico Nacional de México

Faustino Sergio Villafuerte Palavicini

Tecnológico Nacional de México

Iván Araoz Baltazar

Tecnológico Nacional de México

Marifer Quintanilla Montalvo

Tecnológico Nacional de México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rem.v8i5.14300

De la Cadena de Bloques al Talento Humano: Innovaciones Disruptivas en Recursos Humanos

Jessica Cruz Manzo¹

jessica.cm@tehuacan.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9872-1794>

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Tehuacán
Tehuacán, Puebla, México

Luis Carlos Ortuño Barba

luiscarlos.ob@tehuacan.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-0588-5672>

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Tehuacán
Tehuacán, Puebla, México

Faustino Sergio Villafuerte Palavicini

faustinosergio.vp@tehuacan.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0008-2536-5272>

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Tehuacán
Tehuacán, Puebla, México

Iván Araoz Baltazar

ivan.ab@tehuacan.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-0394-2979>

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Tehuacán
Tehuacán, Puebla, México

Marifer Quintanilla Montalvo

mariferquintanilla08@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-3240-4521>

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Tehuacán
Tehuacán, Puebla, México

RESUMEN

Este artículo explora las oportunidades que la tecnología Blockchain puede ofrecer en el ámbito de los recursos humanos, desde el punto de vista de la mejora operativa y de la seguridad de los datos. Se realizó un meta-análisis de la literatura disponible en la base Scopus relacionada con el uso de blockchain en Recursos Humanos. Se revisaron estudios y casos prácticos para evaluar las aplicaciones y beneficios de esta tecnología en la gestión de personal y el impacto en las transacciones financieras. Las conclusiones indican que blockchain permite almacenar y compartir de forma segura los datos de los empleados, optimiza la gestión de los horarios de trabajo y mejora los procesos operativos, aumentando la eficiencia y la eficacia empresarial. En resumen, blockchain está demostrando ser una herramienta esencial para la transformación y modernización de las prácticas de RRHH.

Palabras clave: blockchain, empresa, recursos humanos

¹ Autor principal

Correspondencia: jessica.cm@tehuacan.tecnm.mx

From Blockchain to Human Talent: Disruptive Innovations in Human Resources

ABSTRACT

This article explores the opportunities that Blockchain technology can offer in the field of Human Resources, from the point of view of operational improvement and data security. A meta-analysis of the literature available in the Scopus base related to the use of blockchain in Human Resources was performed. Studies and case studies were reviewed to evaluate the applications and benefits of this technology in personnel management and the impact on financial transactions. The findings indicate that blockchain enables secure storage and sharing of employee data, optimizes the management of work schedules and improves operational processes, increasing business efficiency and effectiveness. In short, blockchain is proving to be an essential tool for the transformation and modernization of HR practices.

Keywords: blockchain, enterprise, human resources

Artículo recibido 15 octubre 2024
Aceptado para publicación: 02 noviembre 2024



INTRODUCCIÓN

La Cuarta Revolución Industrial está transformando de manera significativa la vida humana y las industrias a través de avances tecnológicos explosivos (Sánchez et al., 2024). Elementos como la robótica, la inteligencia artificial, los sistemas ciber físicos, la computación en la nube, la tecnología IoT, el 5G, la nanotecnología y la impresión 3D, junto con blockchain, definen esta era de cambios. La integración de estas tecnologías permite una mejor percepción y visualización del entorno, impulsando mejoras en diversas industrias. Kayikci et al. (2024) previnieron una futura fusión de tecnologías físicas, digitales y biológicas, lo que abrirá nuevas oportunidades para soluciones innovadoras. En este contexto, Banihashemi et al. (2024) destacaron la expansión de la economía colaborativa basada en plataformas y demanda, y cómo su evolución se ve potenciada por la IA y la tecnología blockchain.

Es crucial apoyar y fortalecer las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYME) para su crecimiento y desarrollo, posicionándose como contribuyentes sólidos y resilientes a la economía nacional (Regueiro et al., 2024). La planificación estratégica, según Schöggel et al. (2024) juega un papel vital en la adaptación a cambios significativos en el entorno económico, social y natural, demandando decisiones empresariales más responsables.

En este marco, la tecnología blockchain emerge como una herramienta clave para mejorar la eficacia en la gestión de Recursos Humanos (RRHH). Permite a las empresas gestionar datos de manera más segura y eficiente, asegurando que la información de los empleados no caiga en manos equivocadas. Además, facilita la gestión de transacciones financieras y la automatización del proceso de pago, optimizando la administración de salarios y prestaciones. Blockchain también promueve flujos de trabajo más eficientes, mejorando la productividad y reduciendo costos al facilitar la gestión de horarios y la optimización de procesos laborales (Duong Thi Binh et al., 2024).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la preparación de este manuscrito, se adoptó un enfoque meticuloso utilizando metodologías de investigación cualitativa para realizar un análisis profundo de materiales relevantes y extraer conclusiones sustanciales. Se emplearon métodos como el análisis exhaustivo de documentos, que fue fundamental en la evaluación de una amplia gama de materiales, incluidos artículos académicos, estudios de investigación e informes de la industria.



Para asegurar la inclusión de un sólido corpus de trabajos, se llevó a cabo una revisión metodológica de importantes bases de datos, en particular Google Académico y Scopus. Este esfuerzo se complementa con un examen minucioso de diversos informes y documentos acreditados dentro del campo de investigación respectivo. La síntesis de las pruebas disponibles, a través de una lente analítica, culminó en un conjunto de conclusiones fundamentadas que destacan los hallazgos significativos de esta investigación y abren el camino para un mayor discurso académico. Además, este proceso detallado de asimilación y análisis de datos sentó las bases para la formulación de recomendaciones específicas. Se espera que estas recomendaciones sirvan como un recurso valioso para las partes interesadas del sector, impulsando estrategias con visión de futuro que se ajusten al cambiante panorama delineado por esta investigación.

RESULTADOS

El fenómeno Blockchain se distingue por la diferencia fundamental entre las redes centralizadas, descentralizadas y distribuidas. En una red centralizada, gestionada por una unidad central, existen funciones subordinadas y superordinadas. Por ejemplo, cuando utilizamos Internet, nuestra petición se envía a un servidor central que gestiona, verifica los datos y luego nos envía la información solicitada con los privilegios adecuados.

En cambio, en las redes descentralizadas, varias unidades contienen todo el libro mayor, pero aún pueden tener funciones jerárquicas. Sin embargo, en las redes distribuidas, todos los nodos están conectados entre sí sin roles subordinados o superordinados, lo que aumenta la seguridad y reduce el riesgo de interrupciones que provocan un cierre completo del sistema.

Este diseño es particularmente beneficioso en sistemas bancarios, donde un ataque de piratas informáticos en una red centralizada puede comprometer todo el sistema y dificultar el acceso al dinero y a los servicios bancarios (Admoko et al, 2024).

Un blockchain es una gran base de datos descentralizada de libro abierto cuyo tamaño varía en función del tráfico y el número de usuarios.



Una cadena de bloques se compone de bloques que se utilizan para almacenar datos y son muy seguros porque cada unidad tiene un identificador único a prueba de manipulaciones (Hulea et al., 2024). Un blockchain es esencialmente una base de datos distribuida de registros digitales, transacciones y eventos compartidos entre los participantes. Todas las transacciones se introducen en el libro mayor público, que está controlado por la mayoría de los participantes en el sistema. La información autenticada en los bloques de datos no puede borrarse (Wilson et al., 2024).

Un blockchain es un sistema digital construido a partir de algoritmos inteligentes y datos para ejecutar y registrar transacciones. El sistema está protegido por encriptación y es utilizado por diversas industrias y gobiernos para obtener ventajas en el mercado (Zhang et al., 2024). Blockchain se basa en la confianza, lo que nos permite evitar los problemas de confianza de terceros que actualmente proporcionan los bancos, abogados y otras organizaciones.

Blockchain cuenta con una red distribuida que permite que los datos sean seguros y transparentes y hace que las transacciones sean más eficientes para las industrias. En los últimos años, blockchain se ha situado entre las 10 principales tendencias tecnológicas estratégicas (Jakubowicz y Yarahmadi, 2024).

A. Presencia de una cadena de bloques

La tecnología blockchain puede aplicarse en muchas áreas y puede tener un impacto significativo en las empresas. La Tabla 1 muestra un resumen de estas áreas a nivel mundial, basado en Ventura et al. [12], que incluye empresas con ingresos anuales de 1.000 millones de dólares que utilizan la tecnología blockchain. En el informe hay grandes empresas de EE.UU., Europa y Asia, pero la tecnología está liderada por Estados Unidos.

A continuación, se dan a conocer las ventajas de utilizar la tecnología blockchain en diferentes ámbitos: En el caso de las cadenas de suministro, blockchain permite la trazabilidad completa de productos y servicios, haciendo el proceso más transparente y seguro, y reduciendo costes y riesgos. En el ámbito de la gestión de datos, los sistemas basados en blockchain permiten una gestión segura y eficiente de los datos compartiéndolos entre las partes adecuadas, al tiempo que garantizan la seguridad de los datos y el seguimiento en tiempo real.

En los servicios financieros, blockchain permite transacciones seguras, fiables y rápidas sin necesidad de transferir datos, y reduce el coste y el tiempo de las transacciones. En la sanidad, la tecnología



blockchain permite almacenar y compartir datos sanitarios de forma segura, mejorando la calidad de la atención al paciente.

En los servicios públicos, blockchain permite el registro y la accesibilidad de documentos importantes como certificados de nacimiento y matrimonio, simplificando la administración (Hong y Xiao, 2024).

Para las empresas, las soluciones privadas de blockchain pueden ser importantes, ya que hacen que las transacciones internas y la gestión de datos sean más seguras y eficientes. Las cadenas de bloques privadas funcionan con un número limitado de participantes, lo que garantiza la seguridad de las transacciones y los datos y permite procesos más rápidos. Sin embargo, construir y mantener el sistema puede ser costoso y requiere una experiencia considerable. Además, el marco jurídico aún no está totalmente desarrollado y puede plantear problemas legales y riesgos para las empresas (Rusch et al., 2022).

Nakamoto (Liu et al., 2023) definió blockchain como un libro de contabilidad descentralizado que agrega transacciones verificadas mediante firmas digitales criptográficas y consolidadas en bloques.

Las principales ventajas de blockchain (BC) son:

Descentralización: En el marco de la cadena de bloques, las transacciones son ratificadas por una red distribuida que funciona mediante algoritmos de consenso, obviando la necesidad de una autoridad central para mantener la coherencia de los datos.

Durabilidad: El sistema lleva a cabo la validación de las transacciones al tiempo que busca afirmar las que se desvían, identificando con prontitud los resultados de las transacciones.

Anonimato: Los usuarios de la red están dotados de una dirección generada (hash) que les concede la autorización para facilitar transacciones.

Auditabilidad: Cada transacción mantiene un atributo relacional con las transacciones precedentes, facilitando así el escrutinio de los datos manipulados.

Transparencia: En el contexto de las redes públicas, las transacciones derivadas de cualquier dirección registrada dentro de la red permanecen accesibles a los usuarios.



Seguridad: La arquitectura blockchain se construye como compartida y resistente a la falsificación.

Inmutabilidad: Las alteraciones de los datos contenidos en el BC siguen siendo inviables; cada entrada en el libro de contabilidad requiere la aprobación de la red. Además, cada bloque conserva el hash de su predecesor, lo que garantiza el rechazo de cualquier intento de modificación.

Al ofrecer una representación tan detallada de los atributos de blockchain, Nakamoto subraya el potencial transformador que encierra esta tecnología, caracterizada por su naturaleza segura, transparente e inmutable.

B. Gestión de datos

La tecnología Blockchain está revolucionando la forma de operar de las empresas, permitiendo una gestión de datos más eficiente y segura, clave para los RRHH. Se trata de gestionar y compartir los datos personales de los empleados con una enorme responsabilidad. Una cadena de bloques es una base de datos descentralizada que opera a través de una red de ordenadores. Los datos almacenados en la blockchain se dividen en varios bloques, cada uno de los cuales contiene información relacionada con el bloque anterior. Los bloques se enlazan orgánicamente y juntos forman la cadena de bloques, permitiendo que los datos se almacenen y compartan de forma segura. Los datos almacenados se encriptan para que sólo puedan acceder a ellos quienes tengan acceso a las claves adecuadas. Además, la tecnología permite rastrear y autenticar las transacciones, minimizando así la posibilidad de fraude (Schöggel et al., 2023).

Otra ventaja es que minimiza el número de intermediarios. En los sistemas tradicionales de RRHH, la comunicación entre empresas y empleados suele requerir intermediarios para acceder a los datos. La tecnología permite eliminar a los intermediarios, de modo que las empresas y los empleados pueden comunicarse directamente (Elghaish et al., 2023).

Una gestión eficaz de los datos le permite supervisar el trabajo de sus empleados y evaluar su rendimiento. También permite el seguimiento automático y el pago del rendimiento y las prestaciones de los empleados, minimizando la posibilidad de errores en la gestión de la plantilla. También puede ayudar a automatizar procesos complejos. Por ejemplo, las empresas pueden almacenar hojas de datos de los empleados en la cadena de bloques y los empleados pueden utilizar esta información para solicitar automáticamente nuevos puestos o formación.



Otro beneficio de la tecnología blockchain es que ayuda a las empresas a mejorar su comunicación con los clientes. Gracias a la tecnología blockchain, las empresas podrán gestionar los datos de los clientes de forma más eficiente y segura, mejorando la experiencia del cliente y contribuyendo al éxito a largo plazo de la empresa (Ribeiro da Silva et al., 2023).

La tecnología blockchain permite la automatización de procesos complejos, mejora la experiencia del cliente y contribuye al éxito a largo plazo de la empresa. El uso de la tecnología blockchain en RRHH podría ser la clave del éxito empresarial en el futuro.

C. Operaciones financieras

La tecnología puede utilizarse no sólo para almacenar y compartir datos, sino también en muchos otros ámbitos, como la gestión de transacciones financieras y la automatización del proceso de pago. La gestión de las transacciones financieras y la automatización de los pagos desempeñan un papel fundamental en la vida de las empresas. Los sistemas de pago tradicionales pueden ser lentos y costosos, mientras que el uso de la tecnología blockchain puede hacer que la gestión de dichas transacciones sea mucho más eficiente y rentable (Upadhyay et al., 2021).

Permite almacenar y compartir datos de forma segura, ya que los datos se almacenan en múltiples bloques independientes que no están vinculados a través de un único punto central al que se pueda rastrear de forma sencilla. Esto impide la manipulación de los datos y la modificación no autorizada de las transacciones. Para las empresas, también significa una gestión más eficiente de los salarios y beneficios de los empleados. Con la tecnología blockchain, las empresas pueden gestionar fácilmente el pago de salarios y prestaciones, ya que el proceso de pago está totalmente automatizado. Para los empleados, esto significa que reciben sus salarios con precisión y a tiempo. El uso de la tecnología para gestionar las transacciones financieras y los pagos también puede aportar beneficios adicionales.

La tecnología permite la gestión rápida y eficiente de las transacciones entre diferentes monedas, así como la automatización de transacciones financieras complejas. Además, la tecnología blockchain también puede ayudar a gestionar la fiscalidad y los informes financieros, lo que puede ayudar a las empresas a cumplir sus obligaciones fiscales y contables (Hong y Xiao, 2024).



D. Flujos de trabajo

La tecnología Blockchain está revolucionando el mundo de los negocios. Originalmente detrás de las criptomonedas, la tecnología se puede utilizar ahora en muchas áreas, incluidos los procesos empresariales. Blockchain permite a las empresas crear flujos de trabajo más eficientes que pueden mejorar la productividad y reducir costes (Rusch et al., 2022).

Las ventajas de la tecnología incluyen también una gestión más eficaz y la optimización de los flujos de trabajo. Las empresas pueden gestionar fácilmente los horarios de los empleados y hacer un seguimiento de su trabajo. Las actividades de los empleados pueden registrarse en bloques y estos bloques pueden añadirse a la cadena de bloques junto con marcas de tiempo. Este enfoque facilita el seguimiento de los datos y la supervisión del trabajo de los empleados. Además de gestionar los horarios de los empleados, la tecnología blockchain también puede ayudar a las empresas a optimizar el flujo de trabajo. A través de blockchain, es fácil hacer un seguimiento del proceso de producción, adquisición de piezas y ventas.

Al analizar los datos de forma más rápida y eficiente, las empresas pueden identificar las áreas problemáticas y reaccionar a tiempo ante los problemas. Su uso no sólo conduce a flujos de trabajo más eficientes y a una mayor productividad, sino que también ayuda a reducir costes. La transparencia y fiabilidad de los datos reduce los costes administrativos, ya que las empresas pueden acceder fácilmente a los datos sin necesidad de múltiples comprobaciones y ajustes. Además, la tecnología blockchain ayuda a las empresas a reducir las tasas de transacción, ya que se minimiza el papel de las autoridades centrales y los intermediarios.

Entre las ventajas de la tecnología blockchain también se incluye la seguridad de los datos. Los datos almacenados por blockchain no pueden modificarse ni falsificarse, ya que todas las transacciones deben confirmarse por consenso de los participantes. Esto evita la suplantación de identidad, la falsificación y el fraude (Casado-Vara et al., 2018).

E. Usos más populares en Recursos Humanos

El uso de la tecnología blockchain está ganando impulso en diversos campos. La tecnología blockchain ofrece importantes beneficios a las empresas en los ámbitos de los RRHH, la gestión y la organización. La tecnología ayuda a una gestión más eficiente de los datos, la gestión de las transacciones financieras



y la optimización del flujo de trabajo, todo lo cual contribuye a aumentar la eficiencia empresarial (Ribeiro da Silva et al., 2023).

1. **Nóminas:** La nómina es un área donde la blockchain puede simplificar y asegurar el pago de empleados, contratistas y proveedores. Esto es particularmente útil para los pagos transfronterizos, donde los métodos tradicionales de pago electrónico pueden no funcionar debido a las regulaciones locales y los sistemas de seguridad informática. Los grandes proveedores de nóminas, como ADP, también están desarrollando blockchain aplicaciones para este fin (Nandi et al., 2021).

2. **Contratación:** Esto puede reducir significativamente la carga de trabajo asociada a la recuperación y transmisión segura de documentación. La verificación mediante blockchain también puede reducir el coste de la comprobación y verificación de antecedentes (Chauhan et al., 2022).

3. **Gestión descentralizada de los datos de los empleados:** Los datos personales también pueden cifrarse y almacenarse de forma segura en la blockchain, lo que proporciona inmutabilidad y un sistema de gestión seguro. Sin embargo, los expertos sugieren que es más realista utilizar la blockchain como una base de datos para capturar datos sobre futuros empleados, en lugar de como un repositorio fiable de información pasada (Rehman et al., 2022).

4. **Contrato inteligente:** Facilitan la ejecución automática de los contratos una vez que se cumplen unas condiciones predeterminadas, lo que ahorra tiempo y reduce las disputas (Kouhizadeh et al., 2019).

Recompensas basadas en el rendimiento: Los contratos inteligentes pueden utilizarse para automatizar recompensas e incentivos basados en el rendimiento.

5. Verificación de las credenciales de los empleados:

- **Verificación rápida:** Blockchain permite verificar de forma más rápida y segura las credenciales de los posibles empleados, incluida su formación y experiencia laboral.
- **Prevención del fraude:** Al asegurar los datos en un libro de contabilidad descentralizado, reduce las posibilidades de fraude y tergiversación.
- **Transparencia:** Los empleados pueden tener un registro claro e inmutable de su remuneración, incluidas las primas y otros incentivos (Talla y McIlwaine, 2022).

En general, la tecnología blockchain permite a las empresas crear flujos de trabajo más eficientes que pueden mejorar la productividad y reducir costes. Al gestionar los horarios de los empleados y analizar



los datos de forma más eficaz, las empresas pueden identificar más fácilmente las áreas problemáticas y responder a los problemas a tiempo.

La seguridad y la transparencia de los datos son ventajas adicionales que la tecnología blockchain ofrece a las empresas. Como resultado, cada vez más empresas -principalmente grandes empresas eligen la tecnología blockchain para gestionar mejor sus flujos de trabajo y aumentar la eficiencia (Ventura et al., 2024).

F. Limitaciones

La implementación de la tecnología blockchain en la gestión de recursos humanos puede aportar varias ventajas, como una mayor seguridad y transparencia. Sin embargo, hay que tener en cuenta algunas limitaciones. Estos son algunos de los posibles inconvenientes de emplear blockchain en la gestión de recursos humanos:

1. Retos técnicos: Las cadenas de bloques son tecnologías complejas que requieren un profundo conocimiento para su aplicación efectiva. Los problemas de privacidad y los obstáculos legales y normativos siguen siendo barreras críticas para el uso eficaz de la tecnología blockchain. La integración de estas tecnologías con los sistemas de RRHH existentes presenta retos significativos debido a obstáculos técnicos y problemas de compatibilidad (Duong Thi Binh et al., 2024).

2. Preocupación por la privacidad: Los obstáculos legales y regulatorios siguen siendo barreras críticas para el uso efectivo de la tecnología blockchain. Almacenar los datos de los empleados en una cadena de bloques puede dar lugar a problemas de privacidad, ya que son inmutables una vez registrados. En cuanto al cumplimiento de las leyes de protección de datos, pueden surgir obstáculos legales y normativos (Casado-Vara et al., 2018).

3. Problemas energéticos: Además, el elevado consumo de energía que requiere la tecnología blockchain puede resultar intensivo en recursos. Las redes de cadenas de bloques, en particular las que emplean algoritmos de prueba de trabajo, consumen una cantidad considerable de energía. El establecimiento y mantenimiento de una infraestructura de cadena de bloques puede resultar caro, ya que requiere inversiones en tecnología y conocimientos especializados (Sánchez et al., 2024).

4. Preocupación por la adopción: Puede existir una resistencia cultural y de adopción. Los empleados y las partes interesadas pueden mostrarse reticentes a adoptar una nueva tecnología por desconocimiento

o escepticismo. Las empresas tienen que asignar recursos a la formación de los empleados para manejar el nuevo sistema, lo que puede llevar mucho tiempo. Además, la obtención de los conocimientos adecuados plantea un reto importante debido a la escasez de profesionales cualificados necesarios para implantar y gestionar sistemas blockchain (Ribeiro da Silva et al., 2023).

5.Escalabilidad: La limitada escalabilidad de las redes blockchain puede obstaculizar su adopción generalizada. En las redes blockchain se observan limitaciones en la velocidad de las transacciones, lo que puede suponer un obstáculo para las grandes organizaciones. Además, blockchain exige una capacidad de almacenamiento de datos sustancial, lo que supone un reto para las bases de datos de RRHH con un tamaño significativo (Kayikci et al., 2024).

CONCLUSIÓN

En conclusión, la tecnología blockchain se está adoptando cada vez más en el campo de los recursos humanos, donde muestra un gran potencial para optimizar y asegurar varios procesos de RRHH, incluyendo la gestión de nóminas, la contratación y la gestión de datos de los empleados. Aprovechar las características de inmutabilidad y transparencia de blockchain puede agilizar los flujos de trabajo, mejorar la seguridad de los datos y reducir las actividades fraudulentas, revolucionando potencialmente el panorama de los RRHH. Además, los contratos inteligentes, un subproducto de blockchain, pueden transformar los contratos tradicionales en acuerdos digitales, automatizando varios aspectos y mejorando la eficiencia en la aplicación de términos y acuerdos.

Sin embargo, esta tecnología emergente plantea retos considerables, como complejidades de integración, problemas de privacidad, alto consumo de energía y problemas de escalabilidad, que requieren una consideración cuidadosa y una planificación estratégica antes de su implementación. Dado que las empresas, sobre todo las grandes, están sorteando estos retos para incorporar la tecnología blockchain, es pertinente dotar a los profesionales de RRHH de los conocimientos y habilidades necesarios para adaptarse eficazmente a este panorama en evolución.

Aunque prometedor, exige un enfoque cuidadoso de la integración, equilibrando los notables beneficios con los obstáculos existentes para fomentar un entorno de RRHH más eficiente, seguro y transparente.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Banihashemi, S., Meskin, S., Sheikhhoshkar, M., Mohandes, S. R., Hajirasouli, A., & LeNguyen, K. (2024). Circular economy in construction: The digital transformation perspective. *Cleaner Engineering and Technology*, 18, 100715. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100715>
- Casado-Vara, R., Prieto, J., la Prieta, F. D., & Corchado, J. M. (2018). How blockchain improves the supply chain: case study alimentary supply chain. *Procedia Computer Science*, 134, 393–398. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.193>
- Chauhan, C., Parida, V., & Dhir, A. (2022). Linking circular economy and digitalisation technologies: A systematic literature review of past achievements and future promises. *Technological Forecasting and Social Change*, 177. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121508>
- Davin Arkan Admoko, Bambang Darmawan, A. Ana, & Vina Dwiyanti. (2024). A Cluster-Based Bibliometric Analysis of the Emerging Technological Landscape in Logistics using Vosviewer. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 42(2), 234–249. <https://doi.org/10.37934/araset.42.2.234249>
- Duong Thi Binh, A., Akbari, M., Le Thi Cam, H., Nguyen Canh, L., & Truong Quang, H. (2024). Forging Pathways to Circular Economy Excellence: Integrating Industry 4.0 with Quality Management. *Sustainability*, 16(7). <https://doi.org/10.3390/su16073053>
- Elghaish, F., Hosseini, M. R., Kocaturk, T., Arashpour, M., & Bararzadeh Ledari, M. (2023). Digitalised circular construction supply chain: An integrated BIM-Blockchain solution. *Automation in Construction*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104746>
- Hong, Z., & Xiao, K. (2024). Digital economy structuring for sustainable development: the role of blockchain and artificial intelligence in improving supply chain and reducing negative environmental impacts. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53760-3>
- Hulea, M., Miron, R., & Muresan, V. (2024). Digital Product Passport Implementation Based on Multi-Blockchain Approach with Decentralized Identifier Provider. *Applied Sciences*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/app14114874>



- Jakubowicz, I., & Yarahmadi, N. (2024). Review and Assessment of Existing and Future Techniques for Traceability with Particular Focus on Applicability to ABS Plastics. *Polymers*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/polym16101343>
- Kayikci, Y., Gozacan-Chase, N., & Rejeb, A. (2023). Blockchain entrepreneurship roles for circular supply chain transition. *Business Strategy and the Environment*, 33(2), 197–222. <https://doi.org/10.1002/bse.3489>
- Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Zhu, Q. (2019). At the Nexus of Blockchain Technology, the Circular Economy, and Product Deletion. *Applied Sciences*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/app9081712>
- Liu, L., Song, W., & Liu, Y. (2023). Leveraging digital capabilities toward a circular economy: Reinforcing sustainable supply chain management with Industry 4.0 technologies. *Computers & Industrial Engineering*, 178. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109113>
- Nandi, S., Sarkis, J., Hervani, A. A., & Helms, M. M. (2021). Redesigning Supply Chains using Blockchain-Enabled Circular Economy and COVID-19 Experiences. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 10–22. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.019>
- Regueiro, C., Gómez-Goiri, A., Pedrosa, N., Semertzidis, C., Iturbe, E., & Mansell, J. (2024). Blockchain-based refurbishment certification system for enhancing the circular economy. *Blockchain: Research and Applications*, 5(1). <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2023.100172>
- Rehman Khan, S. A., Yu, Z., Sarwat, S., Godil, D. I., Amin, S., & Shujaat, S. (2021). The role of block chain technology in circular economy practices to improve organizational performance. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 25(4–5), 605–622. <https://doi.org/10.1080/13675567.2021.1872512>
- Ribeiro da Silva, E., Lohmer, J., Rohla, M., & Angelis, J. (2023). Unleashing the circular economy in the electric vehicle battery supply chain: A case study on data sharing and blockchain potential. *Resources, Conservation and Recycling*, 193. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106969>
- Rusch, M., Schöggel, J., & Baumgartner, R. J. (2022). Application of digital technologies for sustainable product management in a circular economy: A review. *Business Strategy and the Environment*, 32(3), 1159–1174. <https://doi.org/10.1002/bse.3099>



- Sánchez-García, E., Martínez-Falcó, J., Marco-Lajara, B., & Manresa-Marhuenda, E. (2024). Revolutionizing the circular economy through new technologies: A new era of sustainable progress. *Environmental Technology & Innovation*, 33.
<https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103509>
- Schöggel, J., Stumpf, L., & Baumgartner, R. J. (2023). The role of interorganizational collaboration and digital technologies in the implementation of circular economy practices—Empirical evidence from manufacturing firms. *Business Strategy and the Environment*, 33(3), 2225–2249.
<https://doi.org/10.1002/bse.3593>
- Schöggel, J.-P., Rusch, M., Stumpf, L., & Baumgartner, R. J. (2023). Implementation of digital technologies for a circular economy and sustainability management in the manufacturing sector. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 401–420.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.11.012>
- Talla, A., & McIlwaine, S. (2022). Industry 4.0 and the circular economy: using design-stage digital technology to reduce construction waste. *Smart and Sustainable Built Environment*, 13(1), 179–198. <https://doi.org/10.1108/sasbe-03-2022-0050>
- Upadhyay, A., Mukhuty, S., Kumar, V., & Kazancoglu, Y. (2021). Blockchain technology and the circular economy: Implications for sustainability and social responsibility. *Journal of Cleaner Production*, 293. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126130>
- Ventura, V., La Monica, M., Bortolini, M., Cutaia, L., & Mora, C. (2024). Blockchain and industrial symbiosis: a preliminary two-step framework to green circular supply chains. *International Journal of Environmental Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05611-x>
- Wilson, S., Adu-Duodu, K., Li, Y., Sham, R., Almubarak, M., Wang, Y., Solaiman, E., Perera, C., Ranjan, R., & Rana, O. (2024). Blockchain-Enabled Provenance Tracking for Sustainable Material Reuse in Construction Supply Chains. *Future Internet*, 16(4).
<https://doi.org/10.3390/fi16040135>
- Zhang, H., Lv, Y., Zhang, S., & Liu, Y. D. (2024). Digital Supply Chain Management. *Journal of Global Information Management*, 32(1), 1–20. <https://doi.org/10.4018/jgim.336285>

