

Hacia la Transformación Organizacional: Beneficios y retos de la industria 5.0

Mariantonia Rizo

María Paula Reyna

Colegio de Estudios Superiores de Administración -CESA

Pregrado en Administración de Empresas

Bogotá D.C.

2025

Hacia la Transformación Organizacional: Beneficios y retos de la industria 5.0

Autoras:

Mariantonia Rizo

María Paula Reyna

Tutores:

Thomas Tegethoff

Ricardo Santa

Colegio de Estudios Superiores de Administración -CESA

Pregrado en Administración de Empresas

Bogotá D.C.

2025

Tabla de contenidos

Resumen.....	8
Abstract	9
1. Introducción	10
2. Objetivos	15
3. Marco teórico	16
3.1. Inteligencia Artificial	16
3.2. Blockchain	16
3.3. Efectividad Operacional	16
4. Metodología	19
4.1. Chi- cuadrado mínimo	19
4.2. Goodness-of-Fit Index	20
4.3. Root Mean Square Error of Approximation	20
5. Resultados	21
5.1. Perfil demográfico	21
5.2. Ajuste del modelo	23
6. Conclusiones	27
Recomendaciones	29
Limitaciones.....	32

Referencias.....	33
------------------	----

Anexos	36
--------------	----

Índice de tablas

Tabla 1. CMIN	24
Tabla 2. RMR, GFI	25
Tabla 3. RMSEA.....	25
Tabla 4. Coeficientes de Regresión	25

Índice de figuras

Figura 1. Variables del estudio	17
Figura 2. Clasificación de la Industria	21
Figura 3. Perfil profesional	22
Figura 4. Área de responsabilidad	22
Figura 5. Edad	23
Figura 6. Resultados Estructurales del Modelo	24

Índice de anexos

Anexo 1. Cuestionario de preguntas	36
--	----

Resumen

En un contexto empresarial cada vez más presionado por la necesidad de ser competitivo, resiliente y sostenible, la Industria 5.0 surge como una respuesta estratégica que combina el potencial de tecnologías emergentes con un enfoque centrado en el ser humano. Esta investigación tiene como propósito analizar el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) y el blockchain en la efectividad operacional dentro del entorno empresarial colombiano. A partir de la pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto de la IA y del blockchain en la efectividad operacional?, se definieron como objetivos evaluar la relación entre la IA y el blockchain, así como el efecto de ambas tecnologías sobre la efectividad operacional.

La metodología empleada fue de carácter cuantitativo, con un diseño correlacional confirmatorio utilizando Modelamiento por Ecuaciones Estructurales (SEM por sus siglas en inglés). Se aplicó una encuesta a 188 profesionales. Los resultados muestran que la IA tiene un impacto significativo sobre el blockchain, pero no presenta una relación directa con la efectividad operacional. Por el contrario, el blockchain sí muestra un impacto positivo y sobre esta última, lo que resalta su valor estratégico en la mejora de procesos organizacionales.

Como aporte principal, esta investigación proporciona evidencia empírica desde el contexto colombiano sobre el rol que pueden desempeñar estas tecnologías en el fortalecimiento de la gestión operativa empresarial, contribuyendo a cerrar una brecha existente en la literatura nacional. Además, se plantean recomendaciones clave para organizaciones que buscan avanzar en la transición hacia la Industria 5.0, destacando la necesidad de inversión en capacitación, integración tecnológica y rediseño de procesos organizacionales.

Palabras clave: Industria 5.0, Inteligencia Artificial, blockchain, efectividad operacional, transformación digital.

Abstract

In a business environment increasingly driven by competitiveness, resilience, and sustainability, Industry 5.0 emerges as a strategic response that integrates emerging technologies with a human-centered approach. This research aims to analyze the impact of artificial intelligence (AI) and blockchain on operational effectiveness within Colombian organizations. Based on the research question: What is the impact of artificial intelligence and blockchain on operational effectiveness? The main objectives were to evaluate the relationship between AI and blockchain and to assess the effect of both technologies on operational performance.

A quantitative methodology with a confirmatory correlational design was applied using structural equation modeling (SEM). A structured survey was conducted with 188 professionals from various industrial sectors. The model's reliability and fit were assessed using indicators such as CMIN, GFI, and RMSEA. The results show that AI has a significant and positive impact on blockchain, but no direct effect on operational effectiveness. Conversely, blockchain demonstrates a positive and significant relationship with operational effectiveness, highlighting its strategic role in improving organizational processes.

This study offers an empirical contribution from the Colombian context, addressing a gap in national literature on the strategic role of emerging technologies in operational management. It also provides practical recommendations for organizations seeking to transition toward Industry 5.0, emphasizing the importance of investing in training, technological integration, and process redesign.

Keywords: Industry 5.0, artificial intelligence, blockchain, operational effectiveness, digital transformation.

Introducción

En esta tesis se llevará a cabo una investigación sobre la Industria 5.0 en el contexto empresarial competitivo actual. Inicialmente, se abordará la relevancia del estudio, la justificación del problema planteado, y se definirán las variables clave, con el objetivo de extraer conclusiones fundamentadas.

Hoy en día, el desarrollo de la industria 5.0 es de suma importancia ya que es posible adquirir diferentes aprendizajes con el fin de volver la industria más competitiva, efectiva y sostenible. Es por esto, que las investigaciones sobre el tema tienen un valor significativo. Es fundamental incrementar la productividad sin eliminar empleos, enfrentar de manera adecuada desafíos socioeconómicos y ambientales, aprovechar el conocimiento humano junto con máquinas eficientes, enfocar la producción en el bienestar humano y fomentar la sostenibilidad. Ahora bien, estos procesos enfocan a las empresas hacia un marco industrial más centrado en el ser humano, la sostenibilidad y la tecnología avanzada (Zizic, M et al., 2022). Además, es relevante el entendimiento de la Industria 5.0, ya que se presume que esta es la siguiente fase de la revolución industrial. Esta se centra en la integración de tecnologías emergentes concentradas en la colaboración con el ser humano y así crear cadenas de suministro resistentes, eficientes y sostenibles (Ivanov, 2022).

Con respecto a la transformación de procesos industriales para combinar tecnologías, es de suma importancia adaptarse a la Industria 5.0 ya que es una manera de mejorar la productividad de la mano con los trabajadores y encontrar soluciones efectivas a problemas económicos, ambientales y sociales. Como consecuencia es posible reformar empresas competitivas y diferenciales dentro de la sociedad (Nahavandi, 2019; Ivanov, 2022). Adicionalmente, las cadenas de suministro que se crean de la mano de la Industria 5.0, logran ser más efectivas y dinámicas

gracias a la implementación de tecnologías como la IA, el Blockchain, el internet de las cosas (IoT), entre otros. En este caso, la comprensión del tema puede impulsar la eficiencia operativa y puede facilitar la coordinación y colaboración entre los actores involucrados en la cadena. Consecuentemente, esto es trascendental dentro de la competitividad ya que permite a las empresas responder de manera ágil y permite optimizar la disponibilidad de recursos (Ghobakhloo et al., 2023; Wang et al., 2023).

Por otro lado, es importante entender la Industria 5.0 debido a su enfoque en la sostenibilidad y la creación de cadenas de suministro verdes. Dentro de un contexto en el que los consumidores y las regulaciones exigen cada vez más prácticas más amigables con el medio ambiente, la capacidad de desarrollar procesos que minimicen el impacto ambiental se convierte en un factor diferenciador. Más a fondo, la Industria 5.0 no solo busca cumplir con estos requisitos, sino que también fomenta la creación de valor sostenible a largo plazo, con el fin de crear un desarrollo social y económico más equitativo, justo y duradero (Mourtzis et al., 2022; Fatorachian, 2023).

Asimismo, es importante resaltar que la relevancia de esta investigación también radica en la necesidad de explorar más a fondo las implicaciones de la Industria 5.0 en diversos sectores. No solo esto sino también, es importante contemplar nuevas oportunidades tales como el desarrollo de nuevos marcos tecnológicos y organizacionales que faciliten su adopción (Akundi et al., 2022; Górný, 2023).

La integración de la IA y el blockchain en la Industria 5.0 no solo permite una mayor eficiencia operativa, sino que también genera un entorno industrial más resiliente, sostenible y centrado en el ser humano. La IA, a través del aprendizaje automático y la analítica predictiva, facilita la automatización de decisiones en tiempo real, optimizando procesos productivos y

reduciendo tiempos de respuesta ante cambios en la demanda o interrupciones en la cadena de suministro (Enholm, 2022). A su vez, el blockchain garantiza la trazabilidad y seguridad de la información al descentralizar el almacenamiento de datos y eliminar la dependencia de intermediarios en transacciones comerciales o logísticas (Zamani, 2023). Cuando estas dos tecnologías se combinan, la IA mejora la capacidad del blockchain para gestionar grandes volúmenes de información de manera inteligente, mientras que el blockchain refuerza la transparencia y confiabilidad de los datos que alimentan los modelos de IA. Este efecto sinérgico permite no solo una optimización operativa significativa, sino también una mayor confianza en la toma de decisiones empresariales, aspecto clave en la evolución de la Industria 5.0.

En términos de efectividad operacional, la aplicación conjunta de estas tecnologías impulsa la competitividad empresarial al minimizar costos y mejorar la agilidad organizacional. Por ejemplo, en el sector manufacturero, los sistemas de IA pueden anticipar fallos en la maquinaria mediante mantenimiento predictivo, mientras que el blockchain garantiza la integridad de los registros operativos, evitando manipulaciones y errores en la gestión de activos (Mourtzis et al., 2022). Además, la combinación de IA con contratos inteligentes en blockchain permite automatizar procesos clave en la cadena de suministro, agilizando pagos, verificaciones de cumplimiento y gestión de inventarios en tiempo real (Ghobakhloo et al., 2023). Estas capacidades no solo optimizan la productividad, sino que también mejoran la resiliencia de las empresas frente a crisis globales y disrupciones del mercado, lo que es esencial en un entorno industrial en constante transformación.

Ahora bien, es importante discutir sobre la diferencia entre la Industria 4.0 y la Industria 5.0. A diferencia de la Industria 4.0, que se enfocó en la automatización y la digitalización de procesos mediante tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la robótica avanzada y la

analítica de datos, la Industria 5.0 introduce un nuevo enfoque centrado en la colaboración entre humanos y máquinas inteligentes. Mientras que la cuarta revolución industrial priorizaba la eficiencia y la productividad a través de sistemas ciberfísicos, la quinta revolución industrial pone énfasis en el bienestar humano, la personalización de productos, la resiliencia organizacional y la sostenibilidad. Esta nueva etapa implica una transformación más profunda, ya que no solo reconfigura los procesos industriales desde lo tecnológico, sino también desde lo social, lo organizacional y lo ético. En la práctica, esto significa que las empresas ya no deben limitarse a incorporar tecnología para automatizar tareas, sino que deben desarrollar entornos laborales donde la IA y el blockchain trabajen al servicio de los seres humanos, impulsando modelos de negocio más flexibles, adaptativos y centrados en el valor compartido (Arciniegas y Corzo, 2021, pp. 251–254).

Ahora bien, es de suma relevancia resaltar que a pesar de la creciente importancia de la Industria 5.0, la IA y el blockchain, hasta la fecha la literatura sobre el tema en Colombia es escasa. Esta investigación es relevante para el país debido a que se enfrenta a grandes desafíos en términos de competitividad empresarial, sostenibilidad y adaptación a las tecnologías emergentes. En un contexto global donde la Industria 5.0 está revolucionando los modelos de negocio, integrar tecnologías como la IA y el blockchain puede ofrecer a las empresas colombianas una ventaja estratégica (Ivanov, 2022). Estas herramientas no solo promueven la eficiencia operacional, sino que también permiten responder de manera ágil a las demandas del mercado internacional y fortalecer las cadenas de suministro (Ghobakhloo et al., 2023). Además, considerando el creciente énfasis en prácticas sostenibles y la necesidad de generar empleo calificado, esta investigación aporta un marco para entender cómo estas tecnologías pueden impulsar la transformación

productiva del país, cerrando brechas tecnológicas y fomentando un desarrollo económico inclusivo y sostenible (Mourtzis et al., 2022).

A pesar de que la literatura sobre Industria 5.0 en Colombia es limitada, algunas empresas han comenzado a incorporar tecnologías emergentes para mejorar su competitividad y sostenibilidad. En sectores como el manufacturero, logístico y financiero, se observa una creciente adopción de IA para la optimización de procesos productivos y la toma de decisiones basada en datos. Empresas colombianas como Grupo Nutresa y Ecopetrol han implementado IA para el mantenimiento predictivo de maquinaria y la gestión de cadenas de suministro, reduciendo costos operacionales y mejorando la eficiencia (Ecopetrol, 2023). Asimismo, en el sector financiero, entidades como Bancolombia (2024) y Davivienda (2024) han desarrollado soluciones basadas en IA para la personalización de servicios financieros y la detección de fraudes, lo que demuestra un avance significativo en la transformación digital del país. Sin embargo, aún persisten desafíos como la falta de infraestructura tecnológica, la resistencia al cambio y la necesidad de mayor inversión en formación de talento especializado.

Siendo así, existe la necesidad de abordar esta brecha de conocimiento por medio de la siguiente pregunta: ¿Cuál es el impacto de la IA y del blockchain en la efectividad operacional?

Objetivos

El objetivo principal de esta tesis es determinar el impacto de la IA y del blockchain en la efectividad operacional. Para ello, se determinaron tres objetivos secundarios:

1. Determinar la correlación entre la IA y el blockchain.
2. Determinar la correlación entre la IA y la efectividad operacional
3. Determinar la correlación entre el blockchain y la efectividad operacional.

Marco teórico

Con el fin de explorar esta pregunta de investigación, se plantean diferentes variables descritas a continuación.

Inteligencia Artificial

Se refiere al uso de algoritmos avanzados y modelos computacionales para imitar funciones cognitivas como el aprendizaje y la toma de decisiones. La IA ha evolucionado rápidamente en los últimos años gracias a la disponibilidad de grandes volúmenes de datos y mejoras en el procesamiento computacional. Además, esta herramienta abarca sub-disciplinas como el aprendizaje automático y el deep learning, que permiten automatizar procesos, analizar datos y predecir comportamientos futuros (Enholm, 2022).

Blockchain

Definido como una tecnología de registro distribuido que permite a las organizaciones almacenar y verificar transacciones de manera segura y transparente, sin necesidad de intermediarios. Dentro del contexto organizacional, se ha demostrado que el blockchain facilita la trazabilidad y la seguridad de los datos a través de contratos inteligentes y mecanismos de consenso, mejorando la efectividad en la gestión de la cadena de suministro y otros procesos clave (Zamani, 2023).

Efectividad Operacional

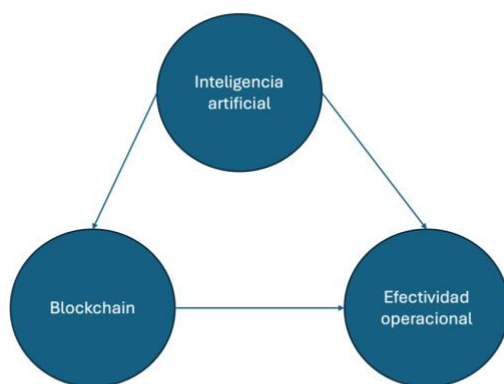
Se define como el grado en que una organización puede alcanzar sus objetivos operacionales, maximizando la eficiencia y minimizando el uso de recursos. Esta variable incluye la capacidad de respuesta, la reducción de costos y la mejora de la calidad en los procesos. La efectividad operacional está fuertemente influenciada por la capacidad de las organizaciones para

adaptarse a cambios y disrupciones en el entorno, y el uso de IA y blockchain puede potenciar significativamente esta adaptabilidad y capacidad de respuesta (Enholm, 2022).

Adicionalmente, a través de la presente investigación, se proponen tres hipótesis que buscan analizar las relaciones entre la IA, el blockchain y la efectividad operacional con respecto a la Industria 5.0. Entonces, es posible reconocer que las hipótesis se sustentan con estudios que destacan la influencia de tecnologías emergentes en la mejora de procesos operacionales y la competitividad empresarial (Figura 1).

Figura 1

Variables del estudio



Nota. Elaboración propia

En primer lugar, la primera hipótesis propone que la IA tiene un impacto positivo sobre la implementación de blockchain en una organización. En otras palabras, sugiere que la adopción de IA facilita la implementación de blockchain debido a su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos y automatizar decisiones basadas en análisis predictivo. Más a fondo, la combinación de IA con Big Data ha demostrado contribuir a la resiliencia de las cadenas de suministro ya que permite la integración de datos en tiempo real y una toma de decisiones más

precisa con el fin de mejorar la transparencia y efectividad en las operaciones organizacionales (Zamani, 2023)

Por su parte, la siguiente hipótesis menciona que la inteligencia artificial tiene un impacto positivo sobre la efectividad operacional en una organización. Esta se basa en el potencial de la IA para transformar los procesos empresariales mediante la automatización y la mejora de la toma de decisiones. De hecho, un estudio de Enholm (2022) sugiere que la implementación de la IA en estrategias de negocio puede crear nuevas oportunidades de valor y optimizar el uso de recursos. Esto con el fin de ayudar a las empresas a adaptarse más rápido a cambios del entorno y mantener altos niveles de rendimiento. No solo esto sino también, la IA es capaz de identificar patrones y tendencias en tiempo real, lo cual facilita la adaptación de las operaciones y contribuye a una mayor competitividad.

Finalmente, la tercera hipótesis establece que el blockchain tiene un impacto positivo sobre la efectividad operacional en una organización. Más a fondo, se establece que el uso de blockchain contribuye a la efectividad operacional al ofrecer un sistema seguro y descentralizado para el manejo de transacciones y datos. Este supuesto es respaldado por el estudio de Zamani (2023), el cual demuestra que esta tecnología le permite a las organizaciones mejorar la trazabilidad y la seguridad en la cadena de suministro. Entonces, de esta manera se simplifica la colaboración entre actores y aumenta la agilidad organizacional. Esta capacidad de adaptación es fundamental para mantener la continuidad operativa y responder de manera efectiva a interrupciones en el entorno competitivo.

Metodología

La investigación utilizó un diseño confirmatorio correlacional, centrado en analizar las relaciones entre IA, blockchain y efectividad operacional mediante el uso de SEM. La población objetivo incluyó profesionales, como gerentes y especialistas técnicos, de empresas que implementen tecnologías relacionadas con la Industria 4.0 o 5.0. La muestra fue no probabilística, con un tamaño de 188 participantes seleccionados por conveniencia. El principal instrumento de recolección de información fue una encuesta estructurada basada en escalas tipo Likert, diseñada para medir percepciones sobre los beneficios y retos de estas tecnologías. Los procedimientos incluyeron la aplicación de encuestas, consolidación y análisis de datos, el uso de SEM para probar las hipótesis planteadas y el uso del software Analysis of Moment Structures, (AMOS) (Development Corporation, Spring House, Penn., USA) para modelar los resultados (Santa et. al, 2020, p. 89)

Chi- cuadrado mínimo

Con el fin de medir los resultados obtenidos se utilizaron variables claves tales como Chi-cuadrado Mínimo (CMIN) el cual mide la discrepancia entre los datos observados y los esperados. Un valor bajo de CMIN indica un buen ajuste del modelo, mientras que valores elevados sugieren una discrepancia significativa. Para interpretar su ajuste, se usa la razón Chi-cuadrado sobre grados de libertad (CMIN/DF), donde valores menores a 2 reflejan un ajuste excelente, entre 2 y 5 indican un ajuste aceptable y mayores a 5 sugieren un mal ajuste. Dado que CMIN es sensible al tamaño muestral, se recomienda complementarlo con otros indicadores como Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), Goodness-of-Fit Index (GFI) y Comparative Fit Index (CFI) para una evaluación más precisa (Wheaton et al., 1977).

Goodness-of-Fit Index

Según Santa et. al (2020) el GFI es un indicador de bondad de ajuste que mide qué tan bien el modelo propuesto representa los datos observados, en una escala de 0 a 1. Un valor cercano a 1 indica un ajuste óptimo, mientras que valores inferiores sugieren una menor adecuación del modelo. Se considera que un $GFI \geq 0.90$ representa un ajuste bueno, mientras que valores entre 0.80 y 0.89 indican un ajuste aceptable. Si el GFI es inferior a 0.80, el modelo presenta un ajuste deficiente y requiere mejoras en su estructura o en las relaciones entre sus variables.

Root Mean Square Error of Approximation

Ahora bien, Bentler (1990) afirma que el RMSEA es una medida de error que evalúa qué tan bien un modelo de ecuaciones estructurales se ajusta a la población general y no solo a la muestra utilizada. Se interpreta en una escala donde valores menores a 0.05 indican un ajuste excelente, entre 0.05 y 0.08 reflejan un ajuste aceptable, y valores mayores a 0.10 señalan un ajuste deficiente. Además, se recomienda reportar el intervalo de confianza al 90%, ya que esto proporciona una mejor comprensión de la precisión del estimado y su estabilidad en diferentes muestras.

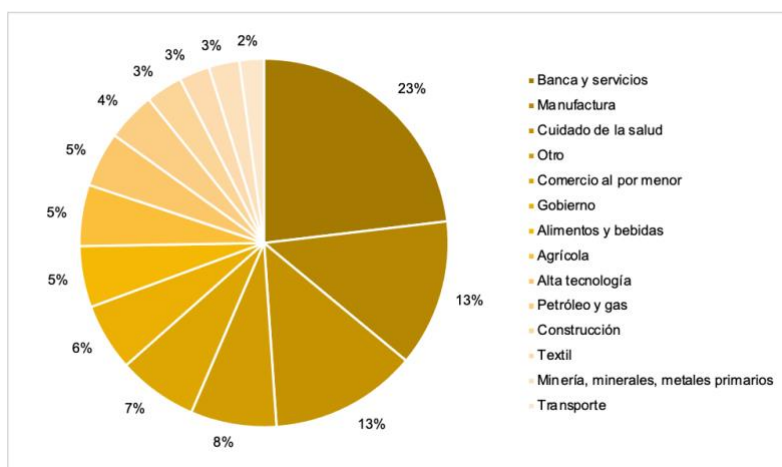
Resultados

Perfil demográfico

Tras la aplicación de la encuesta, se recopilaron un total de 188 respuestas, cuyos perfiles demográficos se detallan a continuación. En primer lugar, el 23% de los encuestados pertenece a empresas del sector bancario y de servicios, el 13% trabaja en el sector manufacturero y el 13% desarrolla sus actividades laborales en el sector de cuidado de la salud (Figura 2).

Figura 2

Clasificación de la Industria



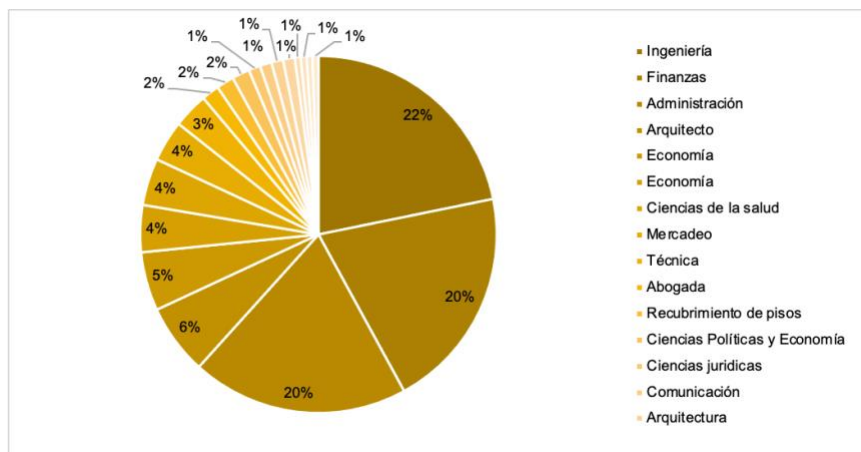
Nota. Elaboración propia

En cuanto a la formación académica, el 22% de los encuestados cuenta con estudios en ingeniería, seguido por un 20% con formación en administración de empresas y un 20% con estudios en finanzas (Figura 3). Adicionalmente, el 20% de los participantes señaló que pertenece al área de administración, el 18% señaló que su área de responsabilidad se encuentra en finanzas, mientras que el 17% pertenece al área de ingeniería (Figura 4). Finalmente, la

distribución de edades de la muestra revela que el 27% de los encuestados tiene entre 45 y 54 años, mientras que el 25% se encuentra en el rango de 35 a 44 años (Figura 5).

Figura 3

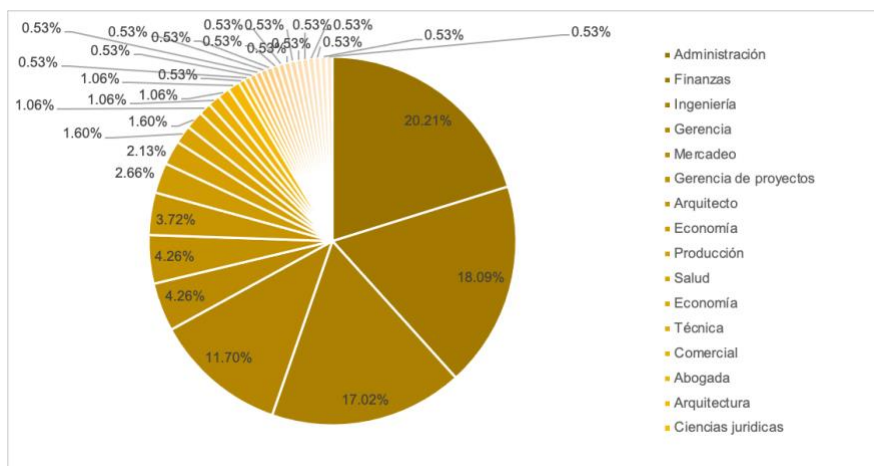
Perfil profesional



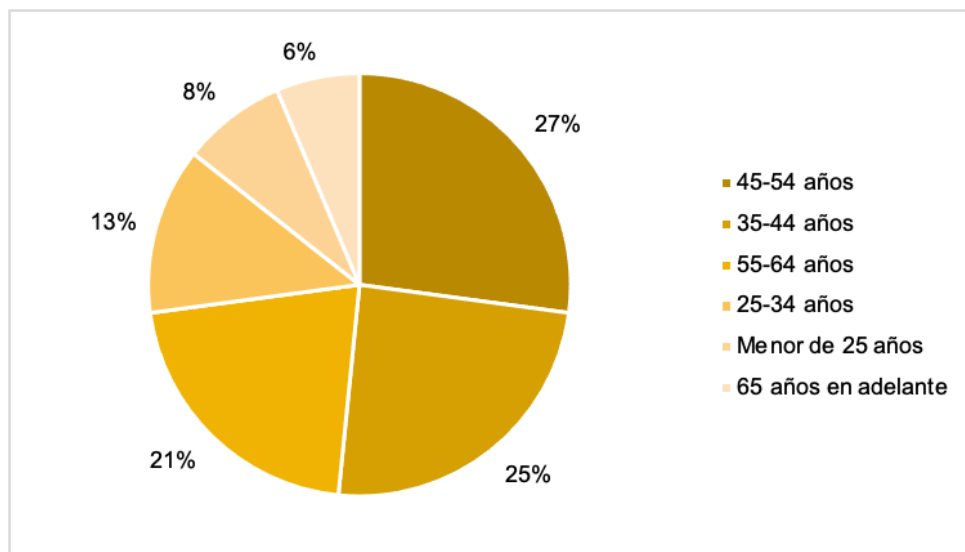
Nota. Elaboración propia

Figura 4

Área de responsabilidad



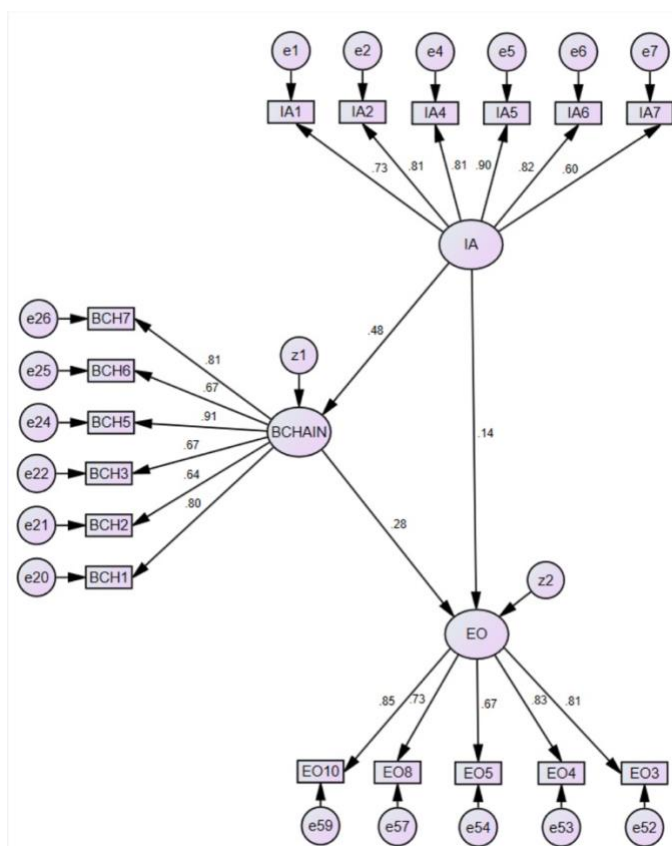
Nota. Elaboración propia

Figura 5*Edad*

Nota. Elaboración propia

Ajuste del modelo

Para evaluar la correlación entre las variables del estudio, se empleó la técnica estadística del Análisis Factorial Confirmatorio (CFA por sus siglas en inglés) (Figura 7). El análisis de validación realizado muestra que las variables evaluadas cuentan con una alta confiabilidad, reflejada en valores de Cronbach Alpha de 0,843 para IA, 0,841 para BCHAIN y 0,894 para EO. Estos resultados evidencian que las mediciones utilizadas capturan de manera adecuada los aspectos clave de cada tecnología y su relación con la gestión empresarial. En conjunto, los resultados fortalecen la confianza en las conclusiones obtenidas y proporcionan una base sólida para orientar decisiones estratégicas que impulsen la innovación y la eficiencia organizacional.

Figura 6*Resultados Estructurales del Modelo*

Elaborado con AMOS

Por su parte, se consideró el estadístico CMIN, que mide la discrepancia entre los datos observados y los esperados (Wheaton et al., 1977). En este caso, el análisis arrojó un valor de 2,464, lo que indica que el modelo analizado es robusto y válido para su interpretación (Tabla 1).

Tabla 1*CMIN*

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	37	285.856	116	.000	2.464
Saturated model	153	.000	0		
Independence model	17	2074.988	136	.000	15.257

Nota. Elaborado con AMOS.

Adicionalmente, se evaluó la bondad de ajuste del modelo mediante el índice GFI (Santa et al., 2020), obteniendo un resultado de 0,853, lo que refleja un buen nivel de ajuste a los datos (Tabla 2). Asimismo, se obtuvo un RMSEA de 0,088, lo que sugiere un ajuste aceptable, aunque con margen de mejora (Tabla 3).

Tabla 2

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.044	.853	.806	.647
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.266	.298	.210	.265

Nota. Elaborado con AMOS.

Tabla 3

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.088	.076	.101	.000
Independence model	.276	.266	.287	.000

Nota. Elaborado con AMOS.

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el SEM (Tabla 4), se confirma la hipótesis H1, demostrando una relación fuerte y positiva entre la IA y el blockchain ($P < 0.001$), lo que confirma que la IA tiene un impacto significativo en la gestión del blockchain dentro del ámbito empresarial en Colombia.

Tabla 4

Coeficientes de Regresión

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Resultados
BCHAIN <--- IA	.567	.097	5.838	***	H1- Confirmada
EO <--- IA	.178	.116	1.534	.125	H2- Rechazada
EO <--- BCHAIN	.309	.101	3.059	.002	H3- Confirmada

Nota. Elaborado con AMOS.

Por otro lado, los resultados del análisis conducen al rechazo de la hipótesis H2, con un valor de P de 0,125, lo que indica que la IA no tiene un impacto significativo en la efectividad operacional de las empresas colombianas.

No obstante, los resultados muestran que se confirma la hipótesis H3, demostrando una relación fuerte y significativa entre el blockchain y la efectividad operativa ($P = 0,002$), lo que sugiere que el blockchain sí contribuye a mejorar la efectividad operacional de las empresas en Colombia.

Adicionalmente, los resultados sugieren que la IA, aunque no mejora directamente la efectividad operacional, sí tiene un papel clave al fortalecer el uso del blockchain, tecnología que sí impacta de forma significativa la efectividad operacional. En otras palabras, existe una relación de congruencia entre ambas tecnologías: la IA potencia las capacidades del blockchain, y es gracias a ese trabajo conjunto que se logran mejoras en los procesos operativos. Esto indica que el verdadero valor de la IA en la operación no está en su uso independiente, sino en cómo se articula con otras herramientas tecnológicas como el blockchain, lo cual es coherente con el enfoque colaborativo y complementario de la Industria 5.0.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que la IA tiene un impacto significativo y positivo en la implementación y funcionamiento del blockchain en el entorno empresarial colombiano, lo cual valida la hipótesis H1. Ahora bien, la articulación entre IA y blockchain representa una oportunidad estratégica para rediseñar procesos internos, especialmente aquellos asociados con la gestión de datos, la automatización de controles y la trazabilidad de operaciones críticas. La IA, al aportar análisis predictivo, toma de decisiones automatizada y procesamiento de información en tiempo real, fortalece la funcionalidad del blockchain en términos de verificación y seguridad, generando sistemas más confiables, ágiles y robustos. Esta sinergia tecnológica puede traducirse en ventajas competitivas sostenibles para las organizaciones, al reducir tiempos operativos, minimizar errores humanos, incrementar la transparencia y elevar la confianza de clientes, aliados y reguladores.

En contraste, los resultados llevaron al rechazo de la hipótesis H2, la cual planteaba que la IA tendría un impacto directo en la efectividad operacional de las empresas encuestadas. Este hallazgo evidencia una brecha entre el potencial teórico de la IA y su aplicación práctica en el contexto organizacional colombiano. Así pues, este resultado puede interpretarse como un reflejo de una madurez digital limitada dentro de las organizaciones, donde aún no se han logrado integrar herramientas de IA en los procesos estratégicos y operativos de manera sistemática. En muchos casos, la adopción de tecnologías como la IA se limita a funciones accesorias, sin una alineación clara con los indicadores clave de desempeño (KPI) ni con los objetivos funcionales de las distintas áreas. Además, el desconocimiento técnico, la falta de habilidades digitales en la alta gerencia y la resistencia al cambio organizacional pueden estar obstaculizando su implementación efectiva. Esta desconexión sugiere que, para que la IA impacte verdaderamente la eficiencia, productividad y

calidad operativa, las empresas deben rediseñar procesos, capacitar talento humano y establecer métricas que midan el valor agregado de la tecnología en su cadena de valor.

Por último, se acepta la hipótesis H3, lo cual confirma que el blockchain tiene un impacto significativo en la efectividad operacional de las organizaciones. Con esto, se destaca el papel estratégico del blockchain como una herramienta que mejora la eficiencia y transparencia en los procesos empresariales. La tecnología blockchain permite consolidar sistemas de información descentralizados y a prueba de manipulaciones, lo que incrementa la confiabilidad en registros financieros, contratos, trazabilidad de insumos y gestión de la cadena de suministro. Estos beneficios impactan directamente sobre los procesos críticos de las empresas, tales como la logística, la contabilidad, el cumplimiento normativo y la seguridad de la información. Además, la implementación de blockchain impulsa la resiliencia operativa, ya que permite a las organizaciones adaptarse más rápidamente a contextos de incertidumbre y crisis, al contar con estructuras más automatizadas, verificables y seguras. En consecuencia, se consolida como una herramienta clave para mejorar la efectividad operacional, entendida como la capacidad de una organización para ejecutar sus actividades de manera eficiente, con calidad, costos controlados y tiempos de respuesta óptimos frente al entorno.

Recomendaciones

En primer lugar, considerando que la IA tiene un impacto significativo en la gestión del blockchain, se recomienda que las organizaciones en Colombia promuevan la integración de ambas tecnologías de manera conjunta dentro de sus procesos operativos. Para ello, es fundamental que las empresas diseñen estrategias de innovación tecnológica que contemplen no solo la implementación aislada de herramientas de IA, sino su articulación directa con plataformas de blockchain para potenciar la automatización, la seguridad de los datos y la eficiencia de los sistemas de información.

Asimismo, dado que la IA no presenta un impacto significativo en la efectividad operacional de las organizaciones, es imperativo que las empresas inviertan en el fortalecimiento de sus capacidades internas para el uso de esta tecnología. Esto implica la necesidad de capacitar a los empleados, especialmente a quienes ocupan cargos de gerencia y liderazgo, en competencias digitales, analítica avanzada y uso estratégico de la IA para la toma de decisiones. La falta de conocimiento y habilidades sobre IA ha limitado su verdadero potencial, por lo que promover el desarrollo de talento humano especializado será clave para cerrar esta brecha.

De otro lado, la aceptación de la hipótesis H3, sugiere que las organizaciones deben priorizar proyectos de adopción de blockchain en áreas críticas como la trazabilidad de procesos, la gestión de contratos inteligentes y la seguridad de la información. Se recomienda implementar inicialmente proyectos piloto que permitan validar resultados, gestionar el cambio cultural y facilitar la aceptación de la tecnología entre los empleados. Estos proyectos deben estar alineados con los objetivos estratégicos de la organización para maximizar su contribución a la competitividad y sostenibilidad a largo plazo.

A partir de las conclusiones identificadas en este estudio, se proponen varias líneas de acción que podrían ser consideradas en futuras investigaciones para fortalecer y ampliar el conocimiento sobre la adopción de IA y blockchain en las organizaciones.

En primer lugar, sería recomendable ampliar el tamaño de la muestra y diversificar su composición, incluyendo un mayor número de empresas de diferentes tamaños (pequeñas, medianas y grandes) y de sectores económicos menos representados en este estudio, como el agrícola, educativo, logístico y gubernamental. Esto permitiría obtener una visión más amplia sobre el impacto de estas tecnologías en la efectividad operacional a nivel nacional.

Adicionalmente, futuras investigaciones podrían considerar la realización de estudios longitudinales que permitan observar la evolución en el tiempo de la adopción y el impacto de la IA y el blockchain en las organizaciones. Esto sería especialmente valioso dado el carácter dinámico y acelerado del cambio tecnológico, ofreciendo así perspectivas más actualizadas y relevantes para la toma de decisiones empresariales.

Otra recomendación importante consiste en mejorar la especificación y validación de los modelos de análisis, incorporando variables adicionales que podrían influir en la relación entre IA, blockchain y efectividad operacional, tales como el nivel de madurez digital de las empresas, el grado de capacitación de los empleados, o el apoyo de la alta dirección en iniciativas de transformación digital.

Asimismo, sería pertinente explorar en futuras investigaciones el rol de otras tecnologías emergentes complementarias, como el Internet de las Cosas (IoT), el machine learning, o la computación en la nube, y su interacción con la IA y el blockchain en la mejora de la efectividad operacional. Este enfoque permitiría construir modelos más integrales, acordes con las dinámicas de la Industria 5.0.

Finalmente, es necesario que las organizaciones adopten un enfoque de transformación digital integral, que no solo contemple la adquisición de tecnología, sino también el rediseño de procesos, la reconfiguración de estructuras organizacionales y la promoción de una cultura de innovación. Las empresas deben impulsar una visión estratégica de largo plazo en la que la IA y el blockchain sean vistos como habilitadores claves de la nueva industria 5.0, promoviendo su adopción desde la alta dirección y extendiéndola a todos los niveles de la organización para garantizar su éxito.

Limitaciones

Esta investigación presenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus resultados y alcances. En primer lugar, el hecho de que la mayoría de los encuestados pertenece a sectores como el bancario, de servicios, manufacturero y de salud, restringe la generalización de los resultados a otros sectores industriales menos representados, como el agroindustrial, el educativo o el de transporte. Esta concentración sectorial podría haber influido en las percepciones y experiencias reportadas sobre el uso de la IA y el blockchain, limitando el alcance de las conclusiones a sectores específicos.

Asimismo, la investigación se apoyó exclusivamente en datos autodeclarados a través de encuestas, lo cual puede implicar sesgos de percepción o interpretación por parte de los encuestados. La subjetividad inherente a este tipo de metodología puede afectar la exactitud de las respuestas en temas técnicos como la adopción de IA y blockchain, donde los niveles de comprensión tecnológica pueden variar ampliamente entre los participantes.

Finalmente, cabe mencionar que el contexto temporal en el que se desarrolló la investigación puede ser un factor limitante. Dado el rápido avance de las tecnologías emergentes, las percepciones y la adopción de IA y blockchain podrían cambiar sustancialmente en pocos años, afectando la vigencia de los hallazgos obtenidos. Por tanto, se recomienda cautela al extrapolar estos resultados en escenarios futuros sin considerar la evolución natural del entorno tecnológico y empresarial.

Referencias

- Akundi, A., Euresti, D., Luna, S., Ankobiah, W., Lopes, A., & Edinbarough, I. (2022). State of Industry 5.0—Analysis and Identification of Current Research Trends. *Applied System Innovation*, 5(1), 27. <https://doi.org/10.3390/asi5010027>
- Arciniegas Londoño, L. ., & Corzo Ussa, G. D. (2021). Contextualización de la cuarta revolución industrial, Industria 4.0, Industria 5.0 y tecnología 5G con el sector Defensa y Seguridad. *Perspectivas En Inteligencia*, 12(21), 245–258. <https://doi.org/10.47961/2145194X.225>
- Bancolombia. (2024). *Inteligencia artificial para solución de problemas*. Blog Bancolombia. https://blog.bancolombia.com/innovacion/inteligencia-artificial-para-solucion-de-problemas/?utm_content=EP/zh-CN/search/wordpress/page/6
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107(2), 238–246. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.107.2.238>
- Byrne, B. (2001). *Structural Equation Modelig with AMOS: Basic concepts,applications and programming*. Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9781315757421>
- Davivienda. (2024). *¡Inclusión, inteligencia artificial y más!*. Blog Davivienda. <https://blog.davivienda.com/detail/inclusion-inteligencia-artificial-y-mas-ahora-los-colombianos-podran-manejar-su-dinero-con-su-voz-o->
- Ecopetrol. (2023). *Tecnología e innovación en la gestión de abastecimiento*. Ecopetrol. <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/GruposInteres/GestionDeAbastecimiento/sostecnibilidad-abastecimiento/tecnologia-innovacion>

- Enholm, I. M., Papagiannidis, E., Mikalef, P., & Krogstie, J. (2022). Artificial intelligence and business value: A literature review. *Information Systems Frontiers*, 24(5), 1709-1734. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10186-w>
- Fatorachian, H. (2023). The Significance of Industry 5.0 in the Globalization of Supply Chain Management. *European Economic Letters (EEL)*, 13(5), 872-885. <https://doi.org/10.52783/eel.v13i5.843>
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Tseng, M. L., Grybauskas, A., Stefanini, A., & Amran, A. (2023). Behind the definition of Industry 5.0: A systematic review of technologies, principles, components, and values. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 40(6), 432-447. <https://doi.org/10.1080/21681015.2023.2216701>
- Górny, A. (2023). Developing Industry 5.0 to effectively harness production capacities. *Management Systems in Production Engineering*, 31(4), 456-463. <https://doi.org/10.2478/mspe-2023-0052>.
- Grupo Nutresa. (2023). *Informe de sostenibilidad 2023: Transformación digital*. Grupo Nutresa. https://data.gruponutresa.com/informes/Informe_de_Sostenibilidad_2023-Grupo_Nutresa.pdf
- Ivanov, D. (2022). The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives. *International Journal of Production Research*, 61(5), 1683-1695. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2118892>
- Mourtzis, D., Angelopoulos, J., & Panopoulos, N. (2022). A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0. *Energies*, 15(17), 6276. <https://doi.org/10.3390/en15176276>

- Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0—A human-centric solution. *Sustainability*, 11(16), 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>
- Santa, R., Morante, D. y Tegethoff, T. (2020) *Regiones Inteligentes: El Factor Humano*. Editorial Universidad Icesi. <https://doi.org/10.18046/EUI/ee.7.2020>
- Wang, X., Yang, J., Wang, Y., Wang, Q., Miao, Q., Wang, F. Y., Zhao, A., Deng, J., Li, X., Na, X., & Vlacic, L. (2023). Steps toward industry 5.0: Building “6S” parallel industries with cyber-physical-social intelligence. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 10(8), 1692-1703.
- Wheaton, B., Muthen, B., Alwin, D. F., & Summers, G. (1977). Assessing Reliability and Stability in Panel Models. *Sociological Methodology*, 8, 84-136. <http://dx.doi.org/10.2307/270754>.
- Zamani, E. D., Smyth, C., Gupta, S., & Dennehy, D. (2023). Artificial intelligence and big data analytics for supply chain resilience: a systematic literature review. *Ann Oper Res* 327, 605–632 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04983-y>
- Zizic, M. C., Mladineo, M., Gjeldum, N., & Celent, L. (2022). From Industry 4.0 towards Industry 5.0: a review and analysis of paradigm shift for the people, organization and technology. *Energies*, 15(14), Article 5221. <https://doi.org/10.3390/en15145221>

Anexos

Anexo 1

Cuestionario de preguntas

1. ¿Cuál es su posición actual en la empresa?
2. ¿Cuántos años de experiencia tiene en el sector industrial?
3. ¿En qué sector económico se desempeña su organización?
4. ¿Cuál es su nivel de formación profesional?
5. ¿Cuál es su área de responsabilidad dentro de la organización?
6. ¿A qué grupo de edad pertenece?
7. ¿Su organización ha implementado tecnologías de la Industria 4.0?
8. Si su organización ha implementado tecnologías de la Industria 4.0, ¿cuáles son las principales áreas donde se han aplicado?
9. ¿Está familiarizado con el concepto de Industria 5.0?
10. ¿Cuál cree que es la principal diferencia entre la Industria 4.0 e Industria 5.0?
11. ¿Qué impacto considera que tendrá la Industria 5.0 en las siguientes áreas de su organización?
12. ¿Qué beneficios percibe en la adopción de tecnologías de la Industria 5.0 en su organización?
13. ¿Cuáles cree que son los principales retos para la adopción de la Industria 5.0 en su organización?
14. ¿Qué importancia le atribuye a las siguientes tecnologías en el contexto de la Industria 5.0?
15. ¿Considera que su organización está preparada para adoptar tecnologías de la Industria 5.0?

16. ¿Qué recursos considera que son necesarios para una transición exitosa a la Industria 5.0?
17. ¿Cuál cree que será el impacto a largo plazo de la Industria 5.0 en el sector industrial?
18. ¿Qué tan importante cree que es la colaboración entre humanos y máquinas en la Industria 5.0?
19. ¿Qué recomendaciones daría a otras empresas que buscan prepararse para la transición hacia la Industria 5.0?