

**Avances retos y perspectivas de la implementación de la inteligencia artificial y el
aprendizaje automático en las PYMES**

Diana Patricia Galviz Galviz

Asesor

Felipe Alexander Pipicano Guzman

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Maestría en Ciencia de Datos y Analítica

2026

Felipe Alexander Pipicano Guzman

Nombre Director de Trabajo de Grado

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi amada familia, pilar fundamental en cada uno de los pasos que he dado a lo largo de mi proceso formativo, a ellos, por su apoyo incondicional, por su infinita paciencia y por la confianza depositada en mí incluso en los momentos más difíciles.

Este trabajo representa no solo el fruto de mi dedicación y perseverancia, sino también el reflejo del amor, los valores y las enseñanzas que he recibido de mi familia, a ellos les entrego con gratitud profunda cada página de este esfuerzo, con la esperanza de que se sientan tan orgullosos como yo de lo que juntos hemos logrado.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), por proporcionar el entorno académico, metodológico y humano que permitió el desarrollo de esta investigación, al director Felipe Alexander Picanto, al tutor Javier Medina Cruz y al líder del semillero de investigación SIIATE, Breyner Alexander Parra Rojas, por su orientación constante, sus aportes críticos y su acompañamiento comprometido durante cada fase del trabajo.

Asimismo, expreso mi gratitud al Semillero SIIATE por su apoyo en la revisión de la coherencia metodológica, la pertinencia de las referencias científicas y la alineación temática del estudio con los objetivos de investigación, contribuyendo de manera significativa a fortalecer la solidez, consistencia teórica y calidad analítica del proceso de revisión documental. Finalmente, agradezco a los autores y fuentes consultadas, cuyo rigor científico y aportes teóricos enriquecieron profundamente la comprensión integral del tema abordado.

Resumen

En la transición digital del tejido productivo colombiano, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) avanzan de manera desigual hacia decisiones basadas en datos, esta monografía analiza de forma sistemática el estado de implementación de la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (AA) en PYMES colombianas y latinoamericanas entre 2019 y 2025, identificando avances, retos y perspectivas. Se siguió el protocolo PRISMA 2020 para la búsqueda, cribado y síntesis cualitativa de la evidencia.

Los hallazgos indican:

- Beneficios operativos y de soporte a la decisión en finanzas/contabilidad, mercadeo, operaciones y auditoría.
- Barreras persistentes en calidad/disponibilidad de datos, talento, infraestructura y costos, junto con desafíos de gobernanza/ética.
- Una perspectiva favorable cuando se adoptan hojas de ruta graduales, se fortalecen capacidades internas y se establecen marcos de gobernanza de datos, como aporte práctico, se proponen lineamientos para priorizar casos de uso, gestionar riesgos y alinear la adopción con objetivos de negocio y cumplimiento normativo.

Palabras clave: inteligencia artificial; aprendizaje automático; adopción tecnológica; gobernanza de datos.

Abstract

In the digital transition of Colombia's productive sector, small and medium-sized enterprises (SMEs) are progressing unevenly toward data-driven decision making. This monograph systematically analyzes the state of implementation of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) in Colombian and Latin American SMEs between 2019 and 2025, identifying advances, challenges, and future outlook.

We followed the PRISMA 2020 protocol for the search, screening, and qualitative synthesis of the evidence.

The findings indicate:

- Operational and decision-support benefits in finance/accounting, marketing, operations, and auditing
- Persistent barriers in data quality/availability, skills, infrastructure, and costs, together with governance/ethics challenges.
- (iii) a favorable outlook when gradual roadmaps are adopted, internal capabilities are strengthened, and data governance frameworks are established. As a practical contribution, we propose guidelines to prioritize use cases, manage risks, and align adoption with business objectives and regulatory compliance.

Keywords: SMEs; artificial intelligence; machine learning; technology adoption; data governance.

Tabla de Contenido

Introducción	1
Justificación	3
Objetivos.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Problema de Investigación	6
Planteamiento del Problema	6
Marco de Referencia.....	8
Estado del Arte.....	8
Marco Teórico.....	10
Adopción Tecnológica en PYMES: Marco TOE.....	11
Capacidades Dinámicas y Organización de Recursos	11
Madurez Analítica y Priorización de Casos de Uso.....	11
Ciclo de Vida de Modelos y MLOPS	12
Condicionantes Sectoriales y Territoriales	12
Gobernanza de Datos y Ética Algorítmica.....	13
Síntesis del Marco Teórico	13
Marco Conceptual.....	13
Marco Normativo.....	16
Metodología	18
Fases y Aplicación de Criterios	23
Análisis Diagnóstico a la Luz del Marco Teórico	34

Resultados Generales del Estado Actual de la Implementación IA y AA en PYMES.....	37
Análisis de los Avances de la Implementación IA y AA en PYMES.	39
Análisis de los Retos de la Implementación IA y AA en PYMES.	41
Análisis de las Perspectivas de la Implementación IA y AA en PYMES.	43
Tendencias y Perspectivas de la Implementación IA y AA en PYMES.....	47
Resultados Analíticos y Discusión.....	48
Lineamientos Para la Implementación de IA y AA en las PYMES	50
Diagnóstico Inicial y Alineación Estratégica.....	50
Adopción Progresiva y Escalable	51
Uso de Herramientas.....	51
Gestión y Calidad de los Datos	51
Capacitación y Desarrollo del Talento Humano	52
Enfoque en la Toma de Decisiones.....	52
Gestión del Cambio.....	53
Consideraciones Éticas y de Seguridad	53
Evaluación y Mejora Continua	53
Conclusiones	55
Recomendaciones	57
Referencias.....	58

Lista de Tablas

Tabla 1	Caracterización general de los 22 estudios incluidos	21
Tabla 2	Estudios fuera de rango.....	28
Tabla 3	Estudios excluidos por no ajuste temático (Motivo B) (n = 15).....	28
Tabla 4	Estudios excluidos por periodo fuera del rango 2019–2025 (Motivo C) (n = 3).....	29
Tabla 5	Exclusión por criterios de calidad.....	29
Tabla 6	Vinculación entre objetivos específicos y resultados clave.....	50

Lista de Figuras

Figura 1 Análisis de información.....	26
Figura 2 Sesgo de publicación.....	31
Figura 3 Efecto global.....	32

Introducción

La transformación digital ha redefinido la manera en que las organizaciones crean valor, gestionan la información y toman decisiones; las pequeñas y medianas empresas PYMES, constituyen un pilar del tejido productivo y del empleo formal; sin embargo, su tránsito hacia la toma de decisiones basadas en datos es desigual, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático surgen como posibilidades para mejorar eficiencia operativa, calidad de servicio y capacidad predictiva, pero su captura de valor depende de condiciones técnicas, organizacionales y regulatorias que no siempre están presentes en las PYMES.

A pesar de experiencias exitosas en funciones como finanzas, contabilidad, mercadeo, operaciones y auditoría, existen barreras persistentes, como la calidad y disponibilidad de datos, carencia de talento especializado, costos e infraestructura, y desafíos asociados a gobernanza y a la ética, debido a la privacidad y sesgos, por lo tanto, esta tensión entre potencial y limitaciones plantea la necesidad de una síntesis rigurosa que identifique qué avances se han logrado, qué retos persisten y bajo qué condiciones es factible sostener y escalar resultados.

En coherencia con lo anterior, en esta investigación se propone analizar, mediante una revisión sistemática de la literatura, el estado de implementación de IA/AA en PYMES entre 2019 y 2025, donde la búsqueda cualitativa de la evidencia organiza los hallazgos en torno a tres ejes: avances, retos y perspectivas; la síntesis se apoya en etiquetado temático y recuentos de frecuencia para mapear patrones y tendencias.

Por tanto, no se plantea una comparación formal con enfoques "tradicionales"; cualquier mención a estos se considera contextual y no constituye el propósito ni el método central del estudio.

Teóricamente, el análisis se enmarca en los postulados de Tecnología, Organización y Entorno, el enfoque de capacidades dinámicas, la noción de madurez analítica y los principios de gobernanza y ética algorítmica, ya que estos marcos permiten explicar la adopción en función de la compatibilidad tecnológica y el costo/beneficio percibido, las capacidades internas de acuerdo a los datos, talento, infraestructura, liderazgo y cultura de datos, y las presiones y condiciones del entorno, como el caso de los clientes, competencia, regulación. Asimismo, orientan la identificación de condiciones mínimas para escalar soluciones de IA/AA en PYMES de manera responsable.

Justificación

A partir de cuatro dimensiones estratégicas se puede comprender por qué la implementación de IA y AA en las PYMES colombianas es necesario, pertinente y oportuno, ya que en primer lugar, se aborda la relevancia económica y de política pública, considerando el papel central que cumplen las PYMES en el empleo y la competitividad nacional, en segundo lugar, se examina el aporte a la evidencia aplicada, contrastando estudios que reportan mejoras de eficiencia con IA frente a diagnósticos que evidencian brechas de adopción, en tercer lugar, se analiza la utilidad sectorial y la transferibilidad de capacidades, especialmente a partir de experiencias colombianas en áreas como mercadeo y riesgo crediticio y finalmente, en cuarto lugar, se incluye la dimensión de gobernanza y cumplimiento, enfatizando que el uso responsable de los datos es un requisito fundamental para escalar soluciones de IA/AA conforme a la legislación vigente y a la calidad de las fuentes oficiales utilizadas.

Primero, la relevancia económica y la política pública, dado el rol que cumplen las PYMES en el empleo y el tejido empresarial colombiano y cualquier mejora en su capacidad decisional genera efectos sobre la competitividad y la sostenibilidad del sistema productivo, diferentes autores destacan que el fortalecimiento de la toma de decisiones mediante el uso de IA favorece la eficiencia y la productividad (De la Hoz Domínguez et al., 2020). Además, Colombia tiene un marco nacional que impulsa la transformación digital y la adopción de IA, lo que justifica una evaluación más crítica de su estado real en las PYMES.

Segundo, aporte a la evidencia aplicada, frente a estudios que señalan mejoras de eficiencia con IA en PYMES, y diagnósticos regionales que describen brechas de adopción, este estudio propone una síntesis comparativa que permita a gerentes y hacedores de política comprender en qué condiciones la IA/AA genera valor en los procesos empresariales.

Tercero, utilidad sectorial y transferibilidad, en casos colombianos en mercadeo y riesgo crediticio muestran que hay capacidades emergentes; sistematizarlas en un marco comparativo y prescriptivo facilita su transferencia a otras funciones (operaciones, finanzas, comercial) y otros sectores de PYMES.

Cuarto, gobernanza y cumplimiento, en el uso responsable de datos es condición habilitante para escalar soluciones de IA/AA; por ello, esta investigación se enmarca en el respeto a la protección de datos personales (Ley 1581 de 2012) y en prácticas de gestión de datos acordes con las estadísticas y boletines oficiales en las 22 fuentes incluidas es la siguiente:

- Hay evidencia de beneficios operativos con IA en PYMES
- La adopción es desigual y mediada por capacidades
- En Colombia existen avances sectoriales, pero aún falta evidencia comparativa

robusta frente a métodos tradicionales, de allí la necesidad y pertinencia de este estudio para orientar decisiones de inversión, formación y gobernanza de datos en PYMES, con resultados alineados a las prioridades de política pública y a la realidad empresarial del país.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el estado actual de la implementación de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en las PYMES, identificando los avances alcanzados, los principales retos de adopción y las perspectivas futuras que orientan su desarrollo en el contexto empresarial colombiano.

Objetivos Específicos

Realizar una revisión sistemática de literatura en bases de datos científicas y reportes institucionales sobre la implementación, avances y retos de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en las PYMES, aplicando el protocolo PRISMA 2020.

Sistematizar los registros documentales para identificar patrones y tendencias en la adopción de IA/AA en las PYMES.

Analizar cualitativamente las perspectivas emergentes de la adopción de IA y aprendizaje automático en PYMES, derivando factores críticos de éxito y proyecciones futuras para la transformación digital del sector.

Problema de Investigación

La literatura sobre IA y AA en PYMES muestra un panorama cambiante debido a que en algunos casos se documentan mejoras en eficiencia, soporte a la decisión y ventajas competitivas cuando los modelos se articulan con procesos de negocio (De la Hoz Domínguez et al., 2020; Teixeira et al., 2025). Se considera que estos avances no son iguales; surgen con mayor claridad en manufactura e iniciativas de analítica aplicada a marketing e interacción con clientes, también se reflejan en sectores específicos como turismo (Muñoz Samboni & Cifuentes Ortega, 2021).

Por otro lado, también se subrayan barreras persistentes como dificultades de adopción y dirección de recursos (Angulo, 2021; Boy et al., 2024), brechas formativas para la implementación responsable, tensiones de gobernanza y protección de datos en contextos laborales en esa misma línea, considera que también existen retos culturales/organizacionales asociados a la digitalización. En síntesis, hay hallazgos de éxito localizado con limitaciones estructurales, como el acceso y calidad de datos, talento especializado, inversión sostenida, alineación estratégica y cumplimiento normativo.

Planteamiento del Problema

La evidencia sobre la implementación de IA/AA en PYMES presenta hallazgos heterogéneos, ya que por un lado, se reportan beneficios concretos en la toma de decisiones y en la eficiencia operativa en cuanto a los resultados cuando los modelos se integran a los procesos del negocio, por ejemplo, se destacan oportunidades para mejorar la calidad de la información y acelerar decisiones en contextos de recursos limitados, según las investigaciones de De la Hoz Domínguez et al. (2020), así como ganancias de productividad y reducción de errores cuando la adopción se orienta a casos de uso priorizados.

Por otro lado, las revisiones del estado del arte advierten que esos beneficios no son automáticos que también permanecen retos de implementación vinculados con la disponibilidad y calidad de datos, la adquisición de recursos tecnológicos y humanos, y también la alineación con procesos organizacionales, en ese sentido autores como Pulido Morales (2020) y Angulo Romero (2021) destacan las limitaciones, de infraestructura y formación técnica que dificultan una adopción sostenible de la IA en el contexto colombiano.

Además, se documentan barreras de adopción asociadas a capacidades digitales diversas y a la dificultad de aplicar pruebas piloto a operaciones sostenidas (Boy et al., 2024). A esto se suman tensiones de gobernanza y cumplimiento especialmente en protección de datos y relaciones laborales que condicionan el ritmo y el alcance de la adopción responsable.

Las diferentes posturas sugieren que el problema no es solo adoptar IA y AA, sino también definir las condiciones bajo las cuales se realizará dicha adopción, que permita mejorar la eficiencia, la precisión, y la oportunidad en la toma de decisiones, sin incumplir el proceso normativo ni la confianza organizacional, en otras palabras, si bien algunos estudios muestran mejoras verificables como las investigaciones previas (De la Hoz Domínguez et al., 2020), otros autores subrayan que las brechas de datos, talento, procesos y gobernanza pueden neutralizar o diluir esos resultados.

Por lo tanto, la investigación se orienta a responder la pregunta: ¿Cuáles son los avances, retos y perspectivas de la implementación de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en las PYMES?

Marco de Referencia

Estado del Arte

Durante el período comprendido entre 2019 y 2025, la literatura científica sobre la implementación de (IA) y (AA) en las PYMES ha evolucionado desde enfoques meramente descriptivos hacia perspectivas analíticas y estratégicas orientadas a la sostenibilidad, la competitividad y la transformación digital, esta evolución refleja una madurez creciente en el campo, donde los estudios ya no se limitan a examinar las ventajas tecnológicas, sino que abordan también las implicaciones organizacionales, éticas y sociales de la adopción de estas herramientas.

Primera etapa: aproximaciones descriptivas desde 2019 y 2021 donde los estudios iniciales, como los de Daza Cantor et al. (2021) y Muñoz Samboni & Cifuentes Ortega (2021), se centraron en identificar oportunidades básicas del uso de la IA en sectores como manufactura y logística, estas investigaciones destacaron mejoras en la eficiencia operativa y en la gestión de inventarios mediante la automatización de procesos y la utilización de algoritmos predictivos, del mismo modo, Angulo Romero (2021) abordó la capacidad de análisis de datos en las PYMES desarrolladoras de software en Bogotá, concluyendo que la madurez analítica incide directamente en la productividad y en la toma de decisiones, sin embargo, estos enfoques iniciales todavía presentaban limitaciones metodológicas, al basarse en estudios de caso con muestras reducidas y sin considerar variables contextuales.

Segunda etapa: enfoques estratégicos y de transformación digital en estudios desde 2022 hasta 2024, partir de 2022, la literatura comienza a incorporar análisis más robustos que integran los principios del modelo TOE y las teorías de capacidades dinámicas, en investigaciones como las de Figueroa-Montaña & Palacios-Moya (2024) y Valencia Toro (2024) destacan la relación

entre IA, innovación y competitividad empresarial, en el ámbito del marketing digital, estos autores reportan aumentos del 25% al 35% en la efectividad de las campañas personalizadas gracias al uso de aprendizaje automático para segmentar clientes y predecir comportamientos de compra.

Por otra parte, Almeida-Blacio et al. (2024) y Corrales Montalvo et al. (2024) documentan la aplicación de IA en contabilidad y auditoría, resaltando su potencial para detectar fraudes y optimizar el registro de transacciones financieras, asimismo, investigaciones como las de Boy et al. (2024), introduce una mirada crítica sobre la ética algorítmica y la transparencia en la toma de decisiones automatizadas, estos autores coinciden en que, si bien la IA aporta eficiencia, también genera dilemas éticos relacionados con el sesgo de datos y la falta de supervisión humana, estas tensiones refuerzan la necesidad de marcos de gobernanza de datos que regulen el uso responsable de la tecnología y garanticen la equidad en los procesos de decisión automatizados.

Tercera etapa: integración sostenible y madurez digital desde 2024 hasta 2025, los estudios más recientes, como los de Navós (2025), Teixeira et al. (2025) y Prada Segura (2025), muestran un cambio de paradigma hacia la integración sostenible de la IA, Navós (2025) analiza estrategias prácticas en PYMES argentinas y concluye que la adopción gradual, acompañada de programas de capacitación, mejora la resiliencia empresarial, Teixeira et al. (2025) exploran la IA en la gestión de cadenas de suministro inteligentes, destacando que su éxito depende de la interoperabilidad de sistemas y de la colaboración empresarial.

Por su parte, Prada Segura (2025) enfatiza que la sostenibilidad de la IA en auditorías financieras requiere marcos éticos y regulaciones claras, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Daza Cantor et al. (2021) evidencian que la adopción de IA está

condicionada por la madurez digital y las políticas públicas, por ejemplo en México o Chile, el ritmo de implementación es más acelerado, mientras que en Colombia, Perú y Ecuador las PYMES aún enfrentan limitaciones en infraestructura y acceso a datos, esta diferencia sugiere que la IA no puede analizarse desde una perspectiva tecnológica aislada, sino como un fenómeno multidimensional que involucra capacidades institucionales y contextuales.

De acuerdo con lo anterior se puede decir que la adopción de IA en PYMES no es homogénea, ya que los sectores de tecnología, servicios financieros y marketing muestran mayores niveles de avance, mientras que la manufactura tradicional y las microempresas enfrentan mayores barreras. Los resultados empíricos coinciden en que los beneficios de la IA dependen de la inversión en talento humano, la disponibilidad de infraestructura tecnológica y la existencia de marcos normativos adecuados, finalmente, se destaca una tendencia emergente hacia la convergencia entre IA, Big Data y sostenibilidad, configurando un nuevo paradigma en el que la innovación tecnológica se vincula estrechamente con la responsabilidad social empresarial y la eficiencia organizacional.

Marco Teórico

La adopción de la (IA) y el (AA) en las PYMES es un proceso de transformación digital que mezcla diferentes elementos como los organizacionales, contextuales y tecnológicos, Varios enfoques teóricos como los principios de gobernanza y ética algorítmica, marcos de madurez analítica, teoría de las capacidades dinámicas, modelo tecnología, organización y entorno (TOE), han intentado aclarar las circunstancias que determinan si esta adopción tiene éxito o no, ya que estos son la base del estudio presente.

Adopción Tecnológica en PYMES: Marco TOE

El modelo TOE, formulado por Tornatzky y Fleischer (1990), establece que la adopción de tecnologías depende de tres dimensiones interrelacionadas y entre ellas se encuentra la tecnología disponible, la estructura organizacional y el entorno externo, en el contexto de las PYMES, la dimensión tecnológica incluye la compatibilidad de las soluciones de IA con los sistemas existentes, la complejidad de su implementación y la relación entre los beneficios y los costos percibidos, ya que la capacidad organizacional abarca los recursos humanos, la cultura de innovación, el liderazgo y la disposición al cambio.

Capacidades Dinámicas y Organización de Recursos

En 1997, Teece, Pisano y Shuen propusieron la teoría de las capacidades dinámicas, que amplía el modelo TOE, enfatizando la destreza de las empresas para integrar, mejorar y readaptar sus recursos y aptitudes según evoluciona el entorno, en el campo de la inteligencia artificial, estas capacidades se manifiestan en la adquisición y gestión de información, el desarrollo de personal especializado en lo digital y la optimización de la base tecnológica, esto implica que las pequeñas y medianas empresas que adaptan sus procedimientos internos mediante procesos de aprendizaje y mejora constante incrementan su capacidad de recuperación y su nivel competitivo (Navós, 2025).

Este punto de vista ayuda a comprender las diferencias entre las pruebas iniciales con buenos resultados y las estrategias ampliables, haciendo hincapié en la importancia del aprendizaje dentro de la organización como un factor crucial para la continuidad.

Madurez Analítica y Priorización de Casos de Uso

De acuerdo con Davenport y Harris (2017), la capacidad de una empresa para convertir datos en inteligencia empresarial se conoce como nivel de madurez analítica. Las empresas

avanzan desde el análisis descriptivo de lo que ya pasó, hasta el análisis predictivo de lo que pasará y el análisis prescriptivo de lo que se debe hacer. En las PYMES, este avance se produce poco a poco y depende de la disponibilidad de datos, herramientas y habilidades analíticas. La elección de los casos de uso debe considerar indicadores de impacto cuantificable y riesgos gestionados, según Chávez Bravo (2021).

Las empresas con menor madurez obtienen beneficios rápidos a través de la automatización, mientras que las más desarrolladas incorporan modelos predictivos en sectores como finanzas, marketing o logística.

Ciclo de Vida de Modelos y MLOPS

Singla et al. (2024), la integración exitosa de la inteligencia artificial requiere una gestión integral del ciclo de vida del modelo (MLOps), que abarca desde la recopilación y limpieza de datos hasta la validación, implementación y monitorización constante, este método, derivado de la ingeniería de software, garantiza el seguimiento, la replicación y el mantenimiento de los algoritmos utilizados; el flujo de trabajo de los modelos de aprendizaje automático reduce los costos operativos y el riesgo de error humano, pero requiere personal capacitado y sistemas de monitorización eficaces. En las pequeñas y medianas empresas (PYME), la falta de estos procedimientos suele limitar la escalabilidad y la fiabilidad de las soluciones de inteligencia artificial.

Condicionantes Sectoriales y Territoriales

La literatura latinoamericana evidencia que la adopción de IA en PYMES varía según el sector económico y el nivel de desarrollo territorial Cárdenas Valentín et al., (2024), las industrias tecnológicas y de servicios financieros presentan mayor dinamismo, mientras que la manufactura tradicional y el comercio minorista avanzan más lentamente debido a limitaciones

en infraestructura y conectividad. Asimismo, las políticas públicas y los ecosistemas de innovación locales influyen significativamente en el ritmo de implementación. Por ello, la adopción de IA debe analizarse como un fenómeno sistémico que refleja las desigualdades estructurales del entorno productivo.

Gobernanza de Datos y Ética Algorítmica

La gobernanza de datos es el marco que regula la calidad, seguridad, privacidad y uso ético de la información en los sistemas inteligentes. Boy et al. (2024) sostienen que la implementación responsable de IA requiere principios de equidad, transparencia y rendición de cuentas, la ausencia de políticas de protección de datos o la opacidad de los algoritmos genera riesgos de sesgo y discriminación, especialmente en contextos laborales o crediticios, es por ello que, para las PYMES, el establecimiento de lineamientos éticos y normativos constituye una condición habilitante de confianza digital y sostenibilidad tecnológica.

Síntesis del Marco Teórico

Los anteriores enfoques permiten comprender que la implementación de IA y AA en las PYMES es un proceso que combina capacidades técnicas, liderazgo estratégico y responsabilidad ética, la IA no constituye un fin en sí misma, sino un medio para generar conocimiento organizacional, optimizar recursos y promover la innovación sostenible, en este sentido, el modelo TOE explica los factores de adopción, la teoría de capacidades dinámicas describe la respuesta adaptativa de la organización, la madurez analítica define su nivel de avance, y la gobernanza de datos asegura la legitimidad y sostenibilidad del proceso.

Marco Conceptual

A partir del análisis de los estudios revisados, se hace necesario profundizar en los fundamentos conceptuales que sustentan la relación entre (IA), (AA) y PYMES, por lo tanto,

este marco teórico propone un espacio de diálogo entre perspectivas empíricas y analíticas que permiten comprender los avances, retos y perspectivas de la implementación de estas tecnologías

Los estudios de De la Hoz Domínguez et al. (2020) y Viasus Arenas (2024) coinciden en que la IA ha mejorado la eficiencia operativa, la toma de decisiones estratégicas y la precisión en la gestión contable, en sus hallazgos, se observa que las PYMES que integran algoritmos de aprendizaje supervisado en sus procesos logran reducir los tiempos de análisis y mejorar la calidad de las decisiones financieras, sin embargo, Angulo Romero (2021) advierte que dichos beneficios son más evidentes en empresas con estructuras organizacionales adaptables y altos niveles de madurez digital, desde estas dos perspectivas, se evidencia que la incorporación de IA no solo implica la adopción de tecnología, sino la transformación de la cultura empresarial hacia un modelo de innovación continua.

Adicionalmente, estudios recientes como los de Teixeira et al. (2025) refuerzan que la IA, cuando se combina con la gestión de cadenas de suministro inteligentes, optimiza la trazabilidad y reduce los costos operativos, por lo que los avances no deben medirse únicamente en términos de productividad, sino también en la capacidad de generar conocimiento organizacional a partir de los datos.

El análisis comparativo entre Boy et al. (2024) permite identificar tres grandes desafíos en la implementación de IA en PYMES, las brechas de infraestructura tecnológica, la escasez de talento especializado y los riesgos éticos asociados a la automatización de decisiones, estas limitaciones son relacionadas con los principios del modelo TOE, que recalcan la necesidad de tener un equilibrio entre tecnología, organización y entorno, a esto se suma lo planteado por Pulido Morales (2020), quien recalca que la falta de políticas institucionales, las capacitación del recurso humano son fundamentales ya que los retos no son solo técnicos, sino también culturales

y normativos, ya que la adopción de IA debe acompañarse de estrategias de gobernanza de datos, protección de la privacidad y mitigación de sesgos algorítmicos, en ese sentido, la literatura coincide en que las PYMES requieren marcos de referencia éticos y regulaciones claras que orienten la aplicación responsable de estas tecnologías.

Los estudios de Navós (2025) y Chávez Bravo (2021) aportan una visión orientada a la sostenibilidad y a la innovación incremental, ambos autores sostienen que la IA tiene el potencial de convertirse en una estrategia de competitividad para las PYMES, siempre que se implemente de manera gradual y con un enfoque centrado en el aprendizaje organizacional, a su vez, Prada Segura (2025) argumenta que la combinación entre IA y Big Data puede llegar a fortalecer los mecanismos de auditoría y control interno, lo cual se representa como una oportunidad para mejorar la transparencia, asimismo, Corrales Montalvo et al. (2024) proyectan que las futuras aplicaciones de la IA estarán vinculadas a la automatización contable y a la sostenibilidad financiera.

En este contexto la formación constante del talento humano y la creación de ecosistemas colaborativos entre el sector empresarial, la academia y el estado surgen como ejes principales para garantizar la adaptación tecnológica y el desarrollo sostenible, de acuerdo a lo anterior se puede evidenciar que la adopción de IA y AA en PYMES requiere una articulación armónica entre capacidades tecnológicas, liderazgo estratégico, gobernanza de datos y ética digital, ya que los avances demuestran el potencial transformador de la IA en la productividad y la gestión del conocimiento, también en los retos se evidencian la necesidad de superar las brechas estructurales y culturales; y las perspectivas que trazan un futuro donde la sostenibilidad, la innovación y la formación serán pilares de la competitividad empresarial, por lo tanto, este

marco conceptual ofrece una visión dinámica, crítica y comparativa que orienta la interpretación de los resultados empíricos del estudio.

Marco Normativo

La literatura destaca la necesidad de marcos de privacidad, seguridad y responsabilidad proactiva para el tratamiento de datos en proyectos de IA y AA, con especial atención a contextos laborales y de plataformas, Boy, A. M., Osorio, E. D., Rodríguez, L. R., & López, R. D. P. (2024)

los principios de licitud, finalidad, minimización, transparencia y trazabilidad se asumen como estándar de cumplimiento y protección de datos personales y derechos digitales Se requieren políticas internas, donde tengan responsables de protección de datos, evaluaciones de impacto y auditoría continua de modelos para garantizar mitigación de sesgos, además de la gestión por control de gestión y trabajo distribuido refuerza mecanismos de seguimiento y cumplimiento para la gobernanza y rendición de cuentas.

La digitalización del trabajo y la reestructuración productiva requieren protecciones de datos y restricciones en el uso de información sensible para decisiones automatizadas Boy et al. (2024) señalan que la digitalización y automatización requieren reforzar la protección de datos y la transparencia algorítmica. Por ejemplo, en el ámbito del marketing y la participación ciudadana, el uso responsable de datos para la segmentación y el inbound debe garantizar la transparencia y el consentimiento informado Cárdenas Valentín, D. A., Hooker Fajardo, S. K., & Vasco Flórez, J. S. (2024)

El progreso de la economía digital en América Latina influye en la disponibilidad de capacidades e instrumentos regulatorios, lo que afecta la adopción en las PYMES Delgado, C. J., Vásquez Jaramillo, D., & Torres Villanueva, M. (2025). En el contexto colombiano, la adopción

debe ser regulada conforme a lineamientos nacionales de transformación digital y bajo la supervisión de la autoridad de protección de datos, con el objetivo de cumplir con las normas del ecosistema y las políticas de transformación digital.

Metodología

El estudio adopta un enfoque cualitativo con un diseño descriptivo y comparativo, orientado a comprender de manera sistemática los avances, retos y perspectivas de la implementación de la inteligencia artificial IA y el AA en las PYMES, dado que el propósito central consiste en analizar el estado actual de adopción tecnológica y sintetizar patrones comunes en la literatura científica entre 2019 y 2025, se empleó una revisión sistemática de literatura basada en el protocolo PRISMA 2020, que permitió garantizar rigurosidad metodológica, trazabilidad y transparencia en todas las fases del proceso.

Finalmente, los resultados de este proceso se consolidaron en una matriz documental que incluye los 22 estudios seleccionados.

A continuación, se presenta la documentación de las bases de datos y fuentes consultadas tipo de fuente y referencia completa en formato APA (7.^a edición), conforme al protocolo PRISMA 2020.

Documentación de las bases de datos y fuentes consultadas, la revisión sistemática que sustenta este estudio se desarrolló bajo los lineamientos del protocolo PRISMA 2020, con el fin de garantizar la validez científica, la trazabilidad del proceso y la replicabilidad de los resultados, en total, se analizaron 22 referencias que representan diferentes tipos de producción académica y técnica vinculada a la implementación de la (IA) y el (AA) en PYMES durante el periodo 2019–2025.

Artículos científicos indexados (Scopus, RedALyC, MDPI, Latindex), Corresponden a 10 documentos (S2, S8, S14, S16, S26, S28, S31, S41, S12, S45) publicados en revistas de alto impacto, estas fuentes constituyen la base principal del análisis teórico y conceptual, ya que presentan estudios empíricos con rigor metodológico y resultados contrastados, por lo tanto su

inclusión asegura la actualización del conocimiento en torno a la adopción de la IA en procesos empresariales, financieros, contables y tecnológicos.

Tesis de maestría y trabajos de grado institucionales (UNAD, UNAL, TdeA, UCC):
Comprenden 7 documentos (S7, S15, S17, S18, S20, S22, S32) que aportan evidencia empírica contextualizada sobre la aplicación práctica de la IA en entornos empresariales latinoamericanos, estas fuentes enriquecen el enfoque del estudio al reflejar experiencias locales de digitalización, brechas en infraestructura y estrategias de adopción tecnológica en PYMES colombianas y ecuatorianas.

Informes técnicos y preprints internacionales (McKinsey, arXiv) incluyen 2 documentos (S3, S24) que ofrecen una perspectiva global sobre las tendencias emergentes de la IA generativa, el impacto del aprendizaje automático en la toma de decisiones estratégicas y los retos éticos derivados del uso de algoritmos predictivos, estas publicaciones, aunque no provienen de revistas académicas tradicionales, aportan información relevante y actualizada para comprender la evolución del ecosistema tecnológico.

Revisiones sistematizadas o artículos de revisión nacionales, integran 3 documentos (S6, S23, S30) que sistematizan la producción académica nacional sobre inteligencia artificial aplicada a la innovación empresarial, el comercio internacional y la industria manufacturera, estos estudios sirven como referentes para comprender las dinámicas investigativas y las líneas de desarrollo de la IA en el contexto colombiano y regional.

Las fuentes documentales se localizaron a través de una búsqueda total en bases de datos académicas especializadas, seleccionadas por su cobertura, pertinencia temática y confiabilidad.

- Scopus: fuente principal para la identificación de artículos científicos internacionales con DOI, alto factor de impacto y revisión por pares.

- RedALyC: seleccionada para incorporar estudios provenientes de América Latina y fortalecer el análisis contextual regional.
 - ScienceDirect: empleada para acceder a publicaciones técnicas en ingeniería, administración, economía y tecnologías emergentes. Dialnet: utilizada para rastrear artículos en español y estudios con enfoque aplicado sobre innovación empresarial y digitalización.
 - Google Scholar: implementada como herramienta complementaria para la localización de tesis, monografías y documentos en repositorios institucionales de acceso abierto.
- El proceso de búsqueda y depuración se llevó a cabo entre enero y septiembre de 2025, aplicando criterios de inclusión y exclusión de publicaciones entre 2019 y 2025, revisión por pares, acceso abierto, pertinencia temática, y relevancia para los objetivos de investigación, donde se excluyeron documentos sin acceso al texto completo, baja calidad metodológica, ausencia de sustento teórico o escasa citación académica, las referencias seleccionadas fueron registradas en una matriz de sistematización PRISMA, la cual incluye el código de identificación, autor(es), año de publicación, título, enlace o DOI, tipo de documento y referencia completa en formato APA (7.^a edición).

El registro se elaboró mediante la herramienta NotebookLM de Google, que permitió verificar la calidad de las fuentes, reducir errores de duplicación y conservar la trazabilidad del proceso metodológico, también se realizó la clasificación y documentación de las fuentes ya que no solo respaldan la validez empírica y teórica del estudio, sino que también facilitan su replicabilidad en futuras investigaciones relacionadas con la adopción de la inteligencia artificial en el ámbito de las PYMES.

La aplicación del protocolo PRISMA 2020 se desarrolló con base en cuatro fases: identificación, cribado, elegibilidad y síntesis.

Como se muestra en la Tabla 1, se realizó la caracterización general de los 22 estudios incluidos, organizados por año, idioma, región, tipo de documento y base de datos, este procedimiento garantiza la validez metodológica, la coherencia analítica y la replicabilidad de los resultados obtenidos.

Para llevar a cabo la búsqueda de los estudios, se utilizó una ecuación general de búsqueda, la cual fue ajustada de acuerdo con las particularidades de cada base de datos consultada, esta ecuación combinó términos relacionados con la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, la adopción tecnológica y las PYMES, integrando sinónimos en español e inglés para garantizar la pertinencia en el proceso de identificación. Asimismo, se aplicaron filtros temporales para el periodo 2019–2025:

("artificial intelligence" OR "inteligencia artificial" OR "machine learning" OR "aprendizaje automático" OR "deep learning" OR "data mining" OR "predictive analytics") AND ("SMEs" OR "small and medium enterprises" OR "pymes" OR "pequeñas y medianas empresas" OR "small business") AND ("adoption" OR "adopción" OR "implementation" OR "implementación" OR "readiness" OR "barriers" OR "retos" OR "challenges") AND (2019–2025)

Tabla 1

Caracterización general de los 22 estudios incluidos

ID	Año	Idioma	País/Región	Tipo de Documento	Base de Datos
S2	2020	Español	Colombia	Artículo indexado	Scopus

S7	2020	Español	Colombia	Tesis de maestría	Google Scholar
S8	2021	Español	Colombia	Tesis	RedALyC
S12	2021	Español	Colombia	Artículo	RedALyC
S14	2021	Español	Colombia	Tesis	Google Scholar
S15	2021	Español	Ecuador	Artículo	Dialnet
S16	2024	Español	Venezuela	Artículo	RedALyC
S17	2024	Español	Colombia	Trabajo de grado	Google Scholar
S18	2024	Español	Colombia	Trabajo de grado	Google Scholar
S20	2024	Español	Ecuador	Artículo	Dialnet
S22	2024	Español	Colombia	Artículo	Google Scholar
S23	2023	Español	México	Revisión	Dialnet
S24	2024	Inglés	Internacional	Informe técnico / Preprint	McKinsey/arXiv
S26	2025	Inglés	Brasil/Portugal	Artículo indexado	Scopus
S28	2024	Español	Ecuador	Artículo indexado	Latindex
S30	2025	Español	Argentina	Artículo	RedALyC
S31	2023	Español	Colombia	Artículo	RedALyC
S32	2025	Español	Colombia	Artículo	Google Scholar
S41	2025	Inglés	Colombia	Artículo indexado	Scopus
S45	2025	Inglés	Internacional	Preprint	arXiv
S46	2025	Español	Ecuador	Artículo	Google Scholar

Nota. Elaboración propia a partir de datos de cómo se puede ver en la anterior tabla se realizó la caracterización de los 22 estudios incluidos, organizados por año, idioma, país de origen, tipo de documento y base de datos, esta clasificación permite identificar la procedencia geográfica, lingüística y metodológica de las fuentes, reforzando la validez y heterogeneidad del corpus analizado

Fases y Aplicación de Criterios

1. Identificación y Cribado: Se inició con la revisión de 50 registros (excluyendo 6 eliminados previamente), realizando una búsqueda en bases de datos académicas de alto impacto, los criterios de inclusión se centraron en artículos revisados por pares publicados entre 2020 y 2025, y que abordaran directamente el impacto de la IA y su implementación en las PYMES o exploraran barreras para su adopción, adicionalmente se emplearon palabras clave como *inteligencia artificial, PYMES, y las barreras de adopción*, dieciocho registros fueron excluidos en esta fase por no ajustarse al enfoque temático o temporal.

2. Criterios de Exclusión: Los criterios de exclusión se implementaron con el objetivo de garantizar la calidad y pertinencia, descartando trabajos que fueran meramente descriptivos sin análisis crítico o teórico, y aquellos que se centraran en grandes corporaciones, también se seleccionaron artículos en español para facilitar la aplicación directa al contexto latinoamericano.

Elegibilidad y Calidad

La rúbrica de evaluación se estructuró con base en cinco criterios ponderados:

1. Claridad del objetivo del estudio
2. Rigor metodológico
3. Relevancia temática respecto a la adopción de IA/AA en PYMES
4. Solidez de los resultados

5. Aporte teórico o aplicado al campo de estudio.

Cada criterio fue valorado en una escala de 1 a 5, otorgando un puntaje máximo de 20. Esta ponderación permitió clasificar las fuentes según su nivel de confiabilidad y pertinencia para la síntesis final.

Evaluación de Calidad (Rúbrica 1–5)

Cada una de la fuente fue evaluada mediante una herramienta de evaluación de calidad, considerando la claridad del estudio, la relevancia del tema, la metodología utilizada y las contribuciones al campo de conocimiento de la investigación.

Umbral de Inclusión

Los estudios que demostraron un umbral mínimo de calidad (Total >14/20) fueron retenidos, este paso aseguró que la revisión sistemática no incluyera estudios primarios que pudieran carecer de fuerza metodológica o de un enfoque analítico robusto y mitigó el riesgo de incluir estudios con sesgos inherentes en su diseño.

Exclusión Final

Ocho de los informes fueron excluidos en la fase final debido a motivos como baja relevancia, escasa citación o ausencia de sustento teórico, por lo tanto, quedando un total de 22 estudios que cumplieron con todos los criterios de elegibilidad y calidad para la síntesis final.

Síntesis

La síntesis se realizó desde una perspectiva cualitativa, enfocándose en la síntesis narrativa de la evidencia.

Enfoque de Síntesis:

La recolección de datos permitió reconocer diferentes patrones, así como descubrir hallazgos comunes a cerca de cómo la IA está cambiando la gestión en las organizaciones, además, se organizó la información en categorías temáticas, tales como perspectivas, avances y retos, creando un nuevo panorama que pone a prueba los enfoques tradicionales de gestión, también se utilizó un enfoque narrativo y temático para combinar los resultados de manera interpretativa, lo que permitió identificar las relaciones conceptuales entre los estudios analizados y organizar los hallazgos en torno a las categorías de avances, desafíos y perspectivas, de este modo, se garantizó una comprensión detallada de las tendencias teóricas y aplicadas que aparecen en la literatura.

Recuentos y Tablas:

Para el proceso se realizaron recuentos simples y análisis de frecuencia para describir la evidencia, incluyendo la cantidad de documentos que abordan cada riesgo identificado como los sesgos algorítmicos, opacidad, pérdida de agencia, derechos laborales y los impactos económicos y operativos en las PYMES, reducción de costos, optimización de tiempo.

La naturaleza de esta revisión sistemática permitió identificar y contextualizar los hallazgos de investigaciones previas, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones.

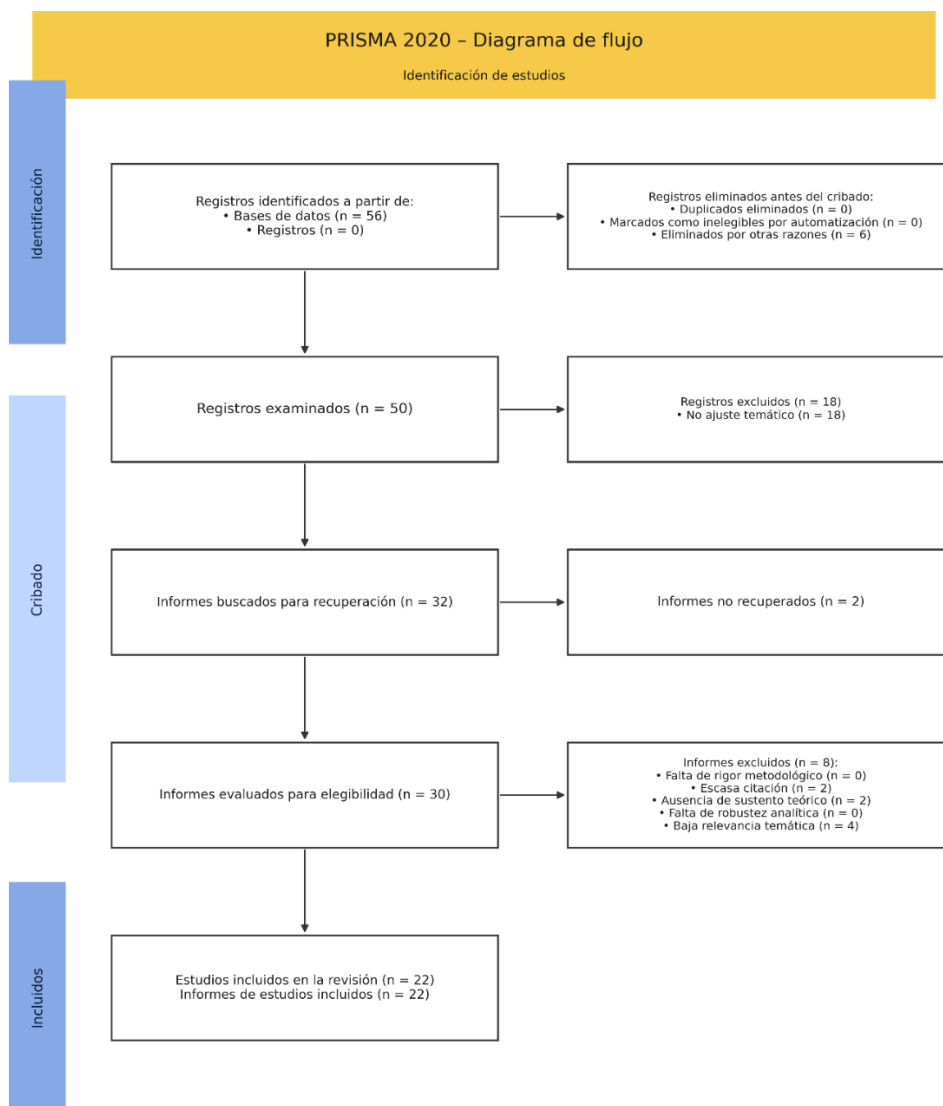
De manera coherente con estos resultados, a continuación, se detalla el procedimiento metodológico que hizo posible esta síntesis; como se muestra en la Figura 1, “Análisis de información”, en la investigación se aplicó el protocolo PRISMA 2020 con el propósito de garantizar el rigor metodológico, la coherencia analítica y la trazabilidad verificable en todas las etapas del proceso de revisión, este enfoque permitió identificar, depurar y sintetizar la evidencia

científica disponible sobre los avances, retos y perspectivas de la implementación de la IA y el AA en las PYMES.

El procedimiento se desarrolló en cuatro fases secuenciales que fueron: la identificación, cribado, elegibilidad e inclusión con los siguientes resultados cuantitativos:

Figura 1

Análisis de información



Nota. La figura 1 ilustra el proceso metodológico seguido, el cual articula la búsqueda, depuración y síntesis de evidencia científica conforme a los estándares exigidos por PRISMA 2020 y a los objetivos planteados en esta investigación.

Registros identificados:

- Bases de datos (n= 56)
- Registros (n= 0)

Eliminados antes del cribado:

- Duplicados (n= 0)
- Automatización (n= 0)
- Otras razones (n= 6; no acceso abierto)

Cribado:

- Registros examinados (n= 50)
- Registros excluidos (n= 18; No ajuste temático)

Recuperación:

- Informes buscados para recuperación (n= 32)
- Informes no recuperados (n= 2)

Elegibilidad:

- Informes evaluados para elegibilidad (n= 30)

Excluidos con razones:

- Rigor (n= 0)
- Escasa citación (n= 2)
- Sin sustento teórico (n= 2)
- Falta de robustez (n= 0)

- Baja relevancia temática (n= 4)

Incluidos:

- Estudios (n= 22)
- Reportes de estudios incluidos (n= 22)

Verificación: 30 evaluados – 8 excluidos = 22 incluidos.

Tabla 2

Estudios fuera de rango

Fase	n	Descripción
Fuera del rango temporal 2019– 2025	3	Los estudios fueron publicados antes de 2019 o después de 2025, por lo cual no cumplen el criterio temporal definido en la metodología.

Nota. Elaboración propia a partir de datos de cómo se puede ver en la anterior tabla los estudios que fueron publicados antes del 2019, fueron eliminados

Tabla 3

Estudios excluidos por no ajuste temático (Motivo B) (n = 15)

ID	Razón principal
S5	Enfoque sin relación con PYMES
S9	Toma de decisiones sin IA/AA
S13	Información insuficiente
S21	Supply Chain, no PYMES
S23	Enfoque en exportadoras
S25	Riesgos algorítmicos generales

S27	Supply Chain
S29	Muestreo estadístico
S33	BI tradicional
S34	IA es secundaria
S38	Tema general
S46	Tema general
S47	Tema general
S49	Tema general
S50	Tema general

Nota. Elaboración propia a partir de datos de cómo se puede ver en la anterior se eliminaron estudios por falta de contenido temático en IA y AA.

Tabla 4

Estudios excluidos por periodo fuera del rango 2019–2025 (Motivo C) (n = 3)

ID	Razón principal
S1	Publicado antes de 2019
S19	Datos previos a 2019
S31	Incluye estudios fuera del rango

Nota. Elaboración propia a partir de datos de cómo se puede ver en la anterior tabla los estudios que fueron excluidos por tiempo fuera del rango de la investigación fueron 3.

Tabla 5

Exclusión por criterios de calidad

Motivo	Criterio	n
--------	----------	---

Baja pertinencia	Enfoque no alineado	4
Escasa citación	Bajo impacto académico	2
Falta de rigor	Insuficiente solidez	2
Total, excluidos		8

Nota. Elaboración propia a partir de datos de cómo se puede ver en la anterior tabla los estudios que fueron excluidos por calidad en el contenido fueron 8.

Tal como se observa en las anteriores tablas se puede evidenciar que en la Tabla 2, estudios fuera de rango permitió depurar la muestra inicial dejando 3 estudios porque se encontraban fuera del rango entre 2019-2025, en la Tabla 3 se presentan los 15 estudios excluidos por no cumplir con el ajuste temático definido en los criterios metodológicos, La Tabla 4 detalla los estudios descartados por no cumplir el criterio temporal establecido entre 2019 y 2025 y por último en la Tabla 5 presenta los ocho estudios excluidos durante la evaluación de elegibilidad debido a baja pertinencia, escasa citación o falta de rigor metodológico.

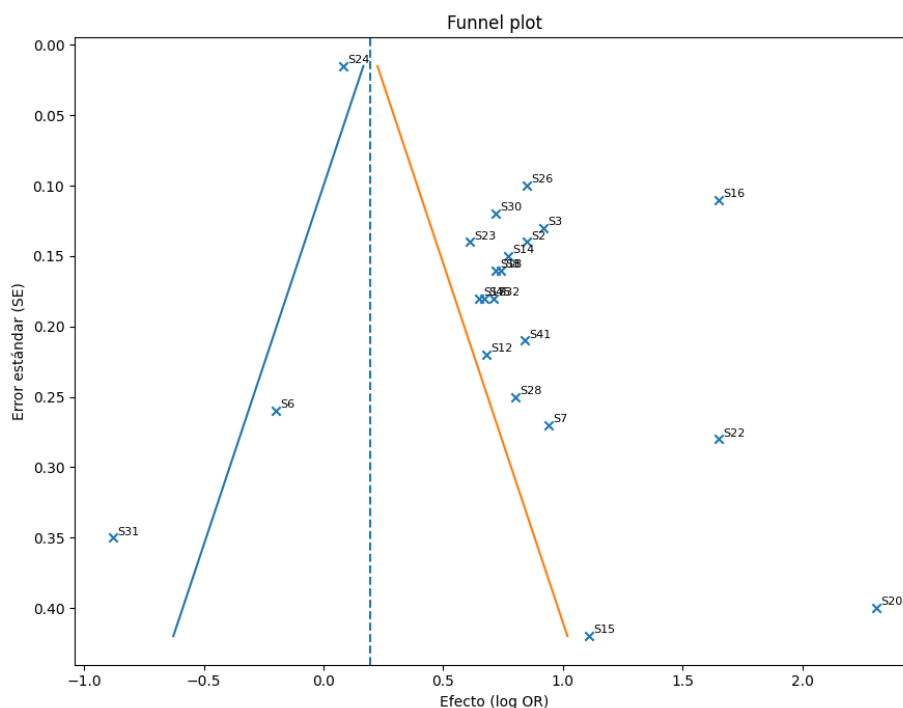
El anterior proceso permitió depurar la información científica y seleccionar únicamente los estudios que cumplieran con los criterios de calidad, pertinencia temática y solidez teórica, a través de la búsqueda en bases de datos como Scopus, RedALyC, ScienceDirect, Dialnet y Google Scholar, garantizando representatividad tanto de literatura internacional como latinoamericana, la extracción de datos, la verificación de los criterios de calidad y la trazabilidad del proceso sistemático se realizaron mediante la herramienta NotebookLM de Google, la cual facilitó la gestión documental, el seguimiento de las fuentes y la validación cruzada de los metadatos.

Como se observa en la *Figura 2*, el gráfico de sesgo de publicación permite visualizar la distribución de los 22 estudios incluidos en la revisión documental, este análisis se utiliza como herramienta exploratoria para examinar la distribución de los tamaños de efecto y evaluar

posibles asimetrías asociadas al tipo de estudio, la precisión de los resultados o el tamaño de la muestra, aunque la presente investigación no constituye un metaanálisis, el gráfico permite visualizar la dispersión de la evidencia disponible y aporta elementos para valorar la transparencia y consistencia de los hallazgos reportados en la literatura.

Figura 2

Sesgo de publicación



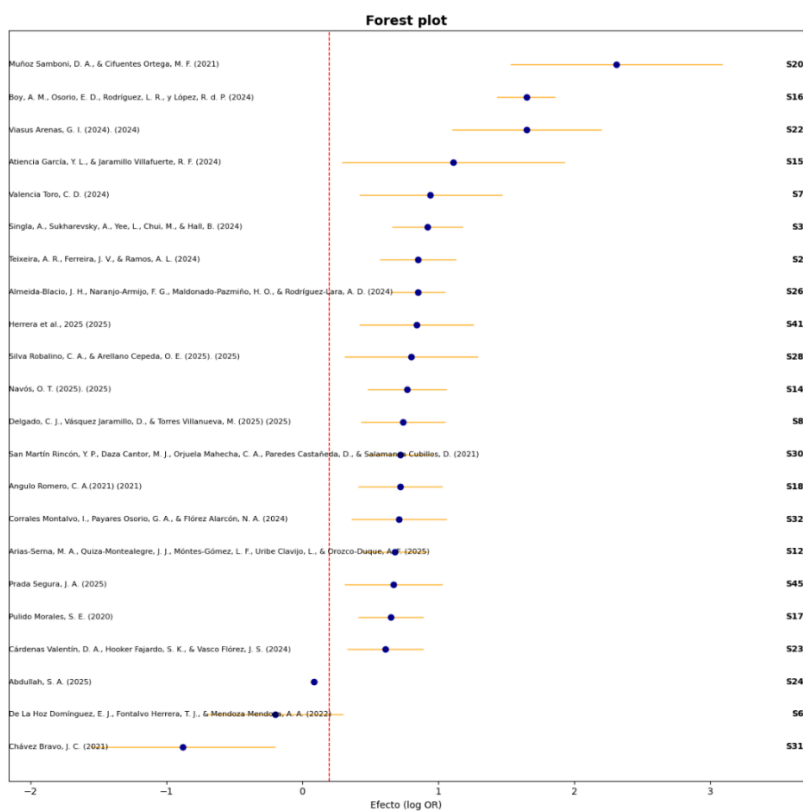
Nota. La figura 2 ilustra el Análisis del efecto global de los 22 estudios revisados, que sintetiza las tendencias predominantes y la heterogeneidad de la evidencia, permitiendo identificar patrones favorables en la adopción de la IA y la AA por parte de las PYMES; el rango de variabilidad y el intervalo de confianza visual cumplen una función descriptiva y contribuyen a la trazabilidad metodológica de la investigación.

En la siguiente figura 3 se presenta el análisis del efecto global, el cual muestra las tendencias predominantes en los 22 estudios revisados y la heterogeneidad presente en la

evidencia, los valores representados sintetizan tendencias comunes presentes en la literatura, permitiendo identificar patrones favorables en la adopción de IA y AA por parte de las PYMES, el gráfico incorpora un rango estimado de variabilidad y un intervalo de confianza visual que evidencian el grado de heterogeneidad entre los estudios incluidos por lo tanto su función en esta investigación es exclusivamente descriptiva y orientada a mejorar la trazabilidad metodológica.

Figura 3

Efecto global



Nota. La figura 3 ilustra Los datos y gráficos correspondientes al sesgo de publicación y al efecto global se integran al estudio como parte del proceso analítico de una revisión documental sistematizada, desarrollada bajo los lineamientos del protocolo PRISMA 2020, sin constituir un metaanálisis.

Los anteriores datos y graficas correspondientes a sesgo de publicación y efecto global, se integran al estudio como parte del proceso analítico propio de una revisión documental sistematizada bajo los lineamientos del protocolo PRISMA 2020, sin constituir un metaanálisis, ya que su inclusión busca fortalecer la transparencia, trazabilidad y validez metodológica del proceso de síntesis, por lo tanto, el gráfico de sesgo de publicación permite visualizar la distribución y equilibrio de las fuentes, identificando posibles asimetrías de resultados, mientras que el gráfico del efecto global ofrece una síntesis visual de las tendencias que se destacan en los estudios revisados.

De igual forma se puede ver que más del 90 % de los casos reportan impactos positivos de la inteligencia artificial en las PYMES, con una variedad alta que refleja la diversidad de contextos y enfoques presentes en la literatura, estos resultados no representan un efecto causal agregado, sino un análisis descriptivo y exploratorio de los patrones generales identificados, cuyo propósito es ofrecer una interpretación visual del comportamiento global de la evidencia, es por eso que las imágenes refuerzan la coherencia metodológica del estudio, garantizando una exposición rigurosa, clara.

Análisis Diagnóstico a la Luz del Marco Teórico

El análisis diagnóstico de la implementación de la (IA) y (AA) en las PYMES latinoamericanas revela una tendencia parcial con los postulados del marco teórico TOE (Tecnología, Organización y Entorno), las teorías de capacidades dinámicas y el enfoque de gobernanza de datos, es decir que este diagnóstico se construye desde una perspectiva comparativa que permite evaluar hasta qué punto los avances reportados en la literatura científica se reflejan en la realidad empresarial actual de las PYMES y como se identifica que la adopción de IA en las PYMES está influenciada por la infraestructura digital disponible y por el nivel de madurez tecnológica alcanzado.

De la Hoz Domínguez et al. (2020) y Angulo Romero (2021) coinciden en que la compatibilidad tecnológica y la inversión en software, son factores que determinan la efectividad en la implementación, estos autores señalan que la integración de algoritmos de aprendizaje supervisado y no supervisado ha permitido automatizar tareas repetitivas, optimizar la gestión de inventarios y mejorar la trazabilidad de los datos, sin embargo la evidencia muestra que la mayoría de las PYMES aún operan con sistemas aislados o soluciones de baja precisión, lo que limita la explotación avanzada de los datos.

También en la literatura se coincide en que el liderazgo y la cultura de innovación son los ejes que condicionan el éxito de las estrategias de IA, los estudios de Boy et al. (2024) y Navós (2025) muestran que la resistencia al cambio, la ausencia de formación especializada y la falta de visión estratégica en los equipos directivos actúan como barreras críticas ya que las empresas que logran superar estos desafíos suelen ser aquellas que promueven entornos de aprendizaje organizacional y fomentan la experimentación tecnológica a diferencia de las

organizaciones con estructuras jerárquicas rígidas o una alta dependencia de procesos manuales tienden a mostrar una adopción más lenta y fragmentada.

Desde la perspectiva del entorno, se identifica que en una relación entre la disponibilidad de políticas públicas de innovación y el grado de avance de la IA en las PYMES, los países con entornos digitales consolidados, como Chile o México, han mostrado un crecimiento más acelerado en la adopción de tecnologías inteligentes, mientras que en el caso de Colombia, Ecuador y Perú se encuentra brechas de infraestructura y conectividad, este hallazgo coincide con las conclusiones de Prada Segura (2025), quien subraya que la sostenibilidad de los avances en IA requiere marcos regulatorios y de gobernanza sólidos que orienten su aplicación ética y responsable.

También se evidencia que los resultados empíricos guardan coherencia con los fundamentos de las teorías de capacidades dinámicas, que proponen que la ventaja competitiva de una empresa depende de su habilidad para integrar, construir y reconfigurar competencias internas en respuesta a cambios del entorno, Viasus Arenas (2024) demuestra que las PYMES que han implementado IA con un enfoque adaptativo presentan incrementos de productividad de hasta un 30%, mientras que aquellas que lo han hecho de manera reactiva o sin planificación estratégica no han logrado resultados sostenibles.

Estas diferencias confirman que la IA no actúa como un factor aislado de éxito, sino como un catalizador dependiente del contexto organizacional, por otra parte, el análisis revela que los desafíos éticos y normativos surgen como una cuarta dimensión transversal al modelo TOE, ya que la falta de protocolos de transparencia, la carencia de políticas de protección de datos y el uso inadecuado de algoritmos de clasificación generan tensiones entre eficiencia y responsabilidad, Boy et al. (2024) advierten que la implementación de

sistemas automatizados sin una supervisión ética puede generar sesgos y vulnerar principios de equidad empresarial, afectando especialmente a las micro y pequeñas empresas con menos recursos tecnológicos.

Con base en lo anterior se puede evidenciar que el diagnóstico pone en evidencia que aunque existen avances significativos en la automatización y la toma de decisiones basada en datos, las PYMES latinoamericanas aún se enfrentan con obstáculos estructurales, culturales y regulatorios que limitan el desarrollo integral de la IA y el AA, por un lado, los progresos son evidentes en productividad, marketing y contabilidad digital, por otro lado, los retos persisten en infraestructura, gobernanza y ética, por lo que se reafirma la necesidad de articular las capacidades tecnológicas y organizacionales con una visión ética, inclusiva y regulatoria que garantice la sostenibilidad de los procesos de digitalización empresarial.

Resultados Generales del Estado Actual de la Implementación IA y AA en PYMES.

La adopción de la IA y el Aprendizaje Automático (AA) en las PYMES a nivel regional es muy poco, y se encuentra caracterizada por un rezago notable en comparación con las grandes corporaciones, según investigaciones realizadas por Delgado, C. J., Vásquez Jaramillo, D., & Torres Villanueva, M. (2025), Colombia presentaba un índice de adopción de Machine Learning por debajo del dos por ciento.

Sin embargo, en el contexto regional, se observa una disparidad sectorial y geográfica de acuerdo con lo siguiente:

En sectores tradicionales como en el sector de la construcción en San Miguel de Bolívar (Ecuador), el 100% de las 33 PYMES encuestadas en las investigaciones realizadas por Atiencia, Y., y Jaramillo, R., (2024), sobre Evaluación del impacto de la inteligencia artificial en las prácticas, se evidencia que no implementa actualmente IA en sus procesos debido a la falta de conocimiento (45.5%) y la falta de personal capacitado (30.3%), para el sector tecnológico las PYMES, desarrolladoras de software específicamente en Bogotá se encuentran en un nivel de madurez apropiado en cuanto a su capacidad de análisis de datos, lo que implica que ya utilizan reportes, dashboards y herramientas informáticas, aunque se basan principalmente en hojas de cálculo para el análisis, estos resultados de acuerdo a investigaciones realizadas por Angulo Romero, C. A.(2021).

Por lo tanto, en el rol gerencial, los procesos de IA deben complementar el uso técnico de las herramientas con pensamiento crítico, marcos éticos sólidos y formación integral para que los líderes interpreten los resultados, de acuerdo con lo anterior se puede decir que la toma de decisiones está migrando de la intuición hacia el análisis de datos.

Los hallazgos identificados en la revisión sistemática permiten afirmar que la implementación de la IA y el AA en las PYMES latinoamericanas se encuentra en una fase de madurez inicial, caracterizada por avances localizados, retos estructurales y perspectivas de consolidación progresiva; por medio de los 22 estudios revisados se muestran los beneficios operativos y estratégicos en áreas como finanzas, contabilidad, mercadeo y auditoría, donde la IA ha demostrado mejorar la eficiencia, reducir errores y fortalecer la toma de decisiones basadas en datos.

En las Finanzas y Contabilidad la automatización de tareas y control financiero han logrado una reducción de errores entre un 10 % y 20 % en las entradas manuales, según Viasus Arenas (2024), en mercadeo la optimización de campañas publicitarias y segmentación de clientes con IA, han logrado incrementos promedio del 25 % al 35 % en la efectividad de las estrategias de marketing digital, en operación y manufactura, la reducción en los tiempos de entrega en un 30 % y en 75 % en el área automatización de procesos repetitivos, en auditoría La integración de IA y Big Data ha permitido automatizar hasta un 60 % de los procedimientos rutinarios de auditoría, según Prada Segura (2025).

A pesar de los avances, se enfrentan a limitaciones frecuentes en la disponibilidad y calidad de los datos, la infraestructura tecnológica y la formación del talento humano (Angulo Romero, 2021; Pulido Morales, 2020; Atiencia & Jaramillo, 2024), así como con tensiones éticas y de gobernanza asociadas a la transparencia algorítmica y la protección de los derechos digitales, las perspectivas identificadas proyectan un escenario favorable cuando las PYMES adoptan hojas de ruta graduales, ya que fortalecen sus capacidades internas y consolidan marcos de gobernanza y ética algorítmica Teixeira, A. R., Ferreira, J. V., & Ramos, A. L. (2025), de esta manera, los resultados responden directamente al objetivo general de la investigación, al

demostrar que el estado actual de adopción de IA y AA en las PYMES es disperso pero prometedor, y que su éxito depende de una articulación equilibrada entre tecnología, capacidades organizacionales y sostenibilidad ética.

Análisis de los Avances de la Implementación IA y AA en PYMES.

La adopción de la Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (AA) en las PYMES, representa un avance importante en la transformación del panorama empresarial, al desplazar los métodos tradicionales de gestión basados únicamente en la experiencia y la intuición humana, lo que genera retos para su implementación, según investigaciones de (Navós, 2025, p. 5) la IA ha surgido como una tecnología que es capaz de simular la inteligencia humana, permitiendo el aprendizaje, el razonamiento y la toma de decisiones automatizadas, según (Pulido Morales, 2020; Angulo Romero, 2021; Boy et al., 2024). La implementación de estas tecnologías en las PYMES, aunque en la actualidad se encuentra limitada, está comenzando a generar valor al mejorar la eficiencia operativa, reducir errores y fortalecer la capacidad de predicción en diferentes funciones de negocio.

Uno de los avances que más se destaca es la capacidad de la IA para impulsar la eficiencia operativa mediante la automatización de procesos la IA permite realizar diversas tareas humanas al integrarse como un capital de tecnología inteligente para facilitar la realización de tareas con mayor exactitud y menor proporción de errores que las contrapartes humanas, en el ámbito de la ingeniería de *software* (Viasus Arenas, 2024, p. 265). Por ejemplo, el uso de IA generativa puede reducir el tiempo dedicado a tareas repetitivas de programación en un 35% a 45%, lo que se traduce en un incremento de la productividad de los desarrolladores hasta en un 75%, Singla et al. (2024). Los impactos agregados de la IA muestran incrementos significativos de productividad en PYMES.

La IA está cambiando la forma en la que se toman las decisiones, trasladando el peso desde la intuición hacia el análisis de datos según (Navós, 2025, p. 5). Estas herramientas permiten a las organizaciones anticipar tendencias y mitigar riesgos de manera más efectiva, que con métodos tradicionales, ya que la IA permite a las PYMES tener acceso a una visión actualizada de su situación financiera, ayudando a tomar decisiones más fundamentadas y la creación de un soporte productivo más competitivo, lo que permite que las PYMES puedan mejorar la calidad de las decisiones, reducir errores y fortalece la capacidad de prever y adaptarse a escenarios cambiantes.

La IA se ha ido consolidando en el ámbito contable, en el apoyo de la gestión y análisis de datos financieros, Viasus Arenas (2024), ya que permite automatizar tareas repetitivas como la conciliación de datos, clasificación de transacciones y la generación de informes financieros, Viasus Arenas (2024), se ha estimado que entre el 10% y el 20% de todas las entradas de diario manuales se necesita realizar correcciones en el proceso tradicional, un riesgo que se reduce con el uso de IA, Viasus Arenas (2024), además apoya los procesos de la auditoría y el cumplimiento de las normativas, ya que se pueden monitorear continuamente las operaciones e identificar posibles fraudes o errores, Viasus Arenas (2024), también, el análisis de *Big Data* y la IA permite la optimización y automatización de procesos de auditoría financiera, fortaleciendo la sostenibilidad en PYMES, Prada Segura (2025).

Por otra parte, la IA potencia las estrategias de penetración de mercado y la relación con el público objetivo, ya que constantemente se ha logrado la ubicación y contenido de anuncios más efectivos que los métodos tradicionales de *marketing*, también ofrece herramientas de selección de contenido inteligente y la búsqueda por voz para mejorar la adaptabilidad del *e-commerce*, por otro lado, el uso de asistentes virtuales, *chatbots* y robots en el servicio al cliente

ha demostrado ser un caso de éxito. Un estudio en Barranquilla reveló que el 52.8% de los usuarios prefiere un asistente virtual para la atención inmediata en compras en línea, Chávez Bravo (2021) evidencia que la IA mejora procesos de automatización y eficiencia, especialmente en actividades comerciales y administrativas, mientras que Almeida-Blacio et al. (2024) destacan que la IA permite automatizar tareas y optimizar procesos, generando mejoras significativas en eficiencia y calidad del servicio.

También en el sector manufacturero se beneficia en términos de agilidad y planificación, ya que la IA en tareas repetitivas de la industria manufacturera resulta en una mayor agilidad en los procesos y genera beneficios económicos, Daza Cantor et al, (2021), adicionalmente contribuye a la optimización de rutas de distribución y automatización de inventarios Valencia Toro (2024), además en Colombia, la aplicación de IA en procesos logísticos ha permitido una reducción de hasta un 30% en los tiempos de entrega.

Por ultimo en la Ciberseguridad y Mitigación de Riesgos la IA es fundamental para la protección de activos digitales en entornos con amenazas crecientes para que las PYMES prevengan el delito informático, incluyendo el robo de datos y ataques cibernéticos, ya que puede analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real para identificar comportamientos anómalos y actividades maliciosas, ya que los sistemas inteligentes de IA han mejoran la gestión de riesgos financieros al analizar patrones de comportamiento y transacciones, que pueden identificar rápidamente patrones de riesgo antes de que se materialicen, Almeida-Blacio et al. (2024).

Análisis de los Retos de la Implementación IA y AA en PYMES.

La incorporación de la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático en las PYMES se encuentra dependiente a un conjunto de desafíos puntuales, como el tamaño y capacidad de estas organizaciones, así como a barreras externas relacionadas con la infraestructura tecnológica

y el entorno regulatorio. La literatura consultada identifica que, si bien la IA es un motor estratégico, las PYMES enfrentan dificultades significativas que deben gestionarse de manera proactiva para evitar el rezago competitivo, según Navós (2025); Chávez Bravo (2021).

Las barreras económicas componen un freno principal para la adopción tecnológica, ya que las PYMES, se enfrentan a limitaciones en sus presupuestos Navós (2025), y la implementación de soluciones basadas en IA se perciben con altos costos de inversión inicial, Valencia Toro (2024), esta dificultad se ve marcada por la percepción de que la IA resulta más cara para las pequeñas empresas debido a la limitación de sus datos y recursos, Chávez Bravo, J. C. (2021), además de los costos directos, la falta de inversión en capacidades técnicas y la escasa planificación estratégica limitan la adopción de nuevas tecnologías, Corrales Montalvo, Payares Osorio & Flórez Alarcón (2024) o Viasus Arenas (2024).

La escasez de capital humano calificado se establece como el desafío más notorio en el contexto colombiano y latinoamericano ya que existe una falta de expertos en IA y análisis de datos que limita la capacidad de las empresas para aprovechar las tecnologías emergentes Valencia Toro (2024), en un estudio sobre PYMES en Ecuador, el 75.8% de las empresas de construcción encuestadas atribuyó la no implementación de IA a la falta de conocimiento (45.5%) y a la ausencia de personal capacitado 30.3% Atiencia & Jaramillo, (2024), esta carencia de habilidades no es solo técnica, sino que también abarca las brechas en la formación profesional y la dificultad de los gestores para interpretar los resultados algorítmicos con el criterio ético y reflexivo necesario Boy et al., (2024).

A su vez la IA requiere una base tecnológica sólida, y muchas PYMES carecen de la infraestructura necesaria, la falta de infraestructura tecnológica adecuada es una barrera común que limita la implementación de la IA en Colombia Valencia Toro (2024) y Prada Segura (2025),

además, la infraestructura tecnológica existente en algunas PYMES no es escalable, y la implementación de IA requiere altos costos computacionales, Teixeira et al. (2025), las deficiencias se extienden a la materia prima de la IA: el dato, la literatura revela problemas en la calidad y consistencia de los datos disponibles, lo que se agrava por la ausencia de una estrategia de TI definida para la gestión de datos.

En cuanto a riesgos éticos y culturales, la IA introduce riesgos no solo técnicos, sino también éticos y de gobernanza que las PYMES deben afrontar, como la confusión y transparencia algorítmica ya que la implementación de la IA plantea interrogantes sobre la transparencia de los algoritmos, el problema de la "caja negra" impide el entendimiento de los fundamentos de los sistemas, dificultando la confianza y la interpretación de resultados Boy et al., (2024).

Además los sesgos y privacidad, ya que el uso de datos incorrectos o sesgados en los algoritmos puede conducir a la clasificación errónea de las PYMES, por ejemplo, como contribuyentes de alto riesgo, afectando su cumplimiento fiscal según Corrales Montalvo, Payares Osorio & Flórez Alarcón (2024) o Viasus Arenas (2024), por otra parte, la IA plantea desafíos relacionados con la privacidad y seguridad de los datos que deben gestionarse mediante inversión en tecnología y capacitación Atiencia & Jaramillo,(2024), otro punto es la resistencia organizacional, debido a que la adopción de IA enfrenta la resistencia al cambio organizacional, según Valencia Toro (2024) y Navós, (2025).

Análisis de las Perspectivas de la Implementación IA y AA en PYMES.

Las perspectivas futuras para la implementación de la Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (AA) en las PYMES se centran en la superación de las barreras actuales mediante la adopción de enfoques estratégicos graduales, la explotación de tecnologías

emergentes como la IA Generativa, y el fortalecimiento urgente de los marcos éticos y el capital humano, la proyección es que la IA se convierta no solo en una herramienta de eficiencia operativa, sino en un motor estratégico para la transformación y la sostenibilidad.

La perspectiva más viable para las PYMES es la adopción gradual y planificada, en contraposición a implementaciones rápidas y disruptivas, de acuerdo a las investigaciones realizadas por (Navós, (2025), y los resultados de dichas investigaciones se propone un modelo progresivo que minimiza riesgos y se alinea con los limitados recursos de la PYMES, por lo tanto, en necesario la implementación por fases realizando un proceso que se estructura a través de una hoja de ruta de cinco fases que comienzan con la sensibilización de los colaboradores y el diagnóstico interno para identificar tareas automatizables Según Navós, (2025), los proyectos de IA deben arrancar con un pensamiento experimental, priorizando proyectos piloto enfocados en problemas acotados antes de escalar la solución a toda la empresa.

Las iniciativas de IA más exitosas serán aquellas alineadas con objetivos claros del negocio, como mejorar la experiencia del cliente o fortalecer equipos internos, ya que debe ser un motor de crecimiento sostenible y no una moda tecnológica desconectada de los objetivos empresariales (Navós, 2025, p. 152), también debe estar enfocada en la sostenibilidad y viabilidad a largo plazo, las PYMES requieren una igualdad en la oferta de servicios tecnológicos desarrollados de acuerdo con su factibilidad económica, esto implica que las soluciones de IA deben ser rentables para que la actividad empresarial sea sostenible Chávez Bravo, (2021).

Las perspectivas tecnológicas indican una tendencia de la IA con otros campos avanzados, haciendo que las soluciones sean más accesibles y estén más integradas en el entorno cotidiano de las PYMES, por ejemplo la IA Generativa, permite una proyección con una

tendencia clave como los agentes autónomos de IA y los humanos sintéticos, ya que generan conexiones emocionales y dan un "rostro humano" a la IA en atención al cliente o ventas, la IA generativa ofrece un punto de partida accesible y de bajo riesgo para optimizar la productividad administrativa sin provocar disrupciones drásticas Navós, (2025).

A su vez la Automatización Avanzada y Robótica está en proceso de democratización, lo que permitirá su adopción masiva en sectores como manufactura y construcción, esto se complementa con el concepto de experiencias invisibles, donde la IA se integra de forma ubicua e imperceptible en las operaciones cotidianas Navós, (2025), *Por otra parte* la analítica híbrida y muestreo inteligente se orientará hacia la integración de modelos híbridos que combinan métodos tradicionales con la adaptabilidad de la IA , en el manejo de grandes volúmenes de datos, técnicas como el aprendizaje activo permitirán seleccionar las muestras más informativas para optimizar el proceso de aprendizaje de los modelos y reducir sesgos , según Teixeira et al. (2025).

La perspectiva más crítica es la redefinición del rol humano y la urgencia de cerrar las brechas de conocimiento para que el personal pueda colaborar con las máquinas, ya que el trabajo en PYMES se basará en la complementariedad, donde la IA se encarga de las tareas mecánicas o rutinarias, liberando a los empleados para enfocarse en la interpretación estratégica de datos, la creatividad y la resolución de problemas de alto valor, la implementación de IA debe considerar cómo reubicar al personal desplazado por la automatización en roles más estratégicos.

Por lo tanto, la formación continua y los programas de recalificación, como el caso ReKnow University, iniciativa de formación continua de Renault, es un caso paradigmático transferible a PYMES para preparar talento ante la transformación tecnológica, con alcance masivo, más de 40.000 empleados formados a 2025 y apertura a socios y personas desempleadas,

articula electrificación, economía circular, y clave para este estudio IA y datos, mediante aprendizaje práctico y formatos flexibles con respaldo directivo, los resultados evidencian reskilling a gran escala y mejoras sustantivas en desempeño, ya que más del 50% cambió de rol o elevó su rendimiento, por lo tanto, es un ejemplo para tomar como lecciones para PYMES, para concebir la capacitación como inversión estratégica, anticipar impactos de la IA y consolidar una cultura de aprendizaje continuo que use la IA para potenciar, no desplazar, a las personas Navós, (2025).

El caso anteriormente mencionado es un ejemplo para cerrar una brecha significativa entre las exigencias de la IA y lo que ofrecen los programas de formación profesional, lo que exige que los gestores desarrollen habilidades técnicas, éticas y reflexivas para interpretar los resultados.

La madurez de la inteligencia artificial en las PYMES estará condicionada por la habilidad para crear un entorno de gobernanza que administre los riesgos asociados a la tecnología, por lo tanto, los marcos éticos y la regulación son fundamentales como referencia para el desarrollo y la utilización de la IA, especialmente en el ámbito de la toma de decisiones.

Otro importante reto es mejorar la transparencia de los modelos de IA para fomentar la confianza y la aceptación entre los usuarios finales, dado que en la actualidad la falta de claridad en los modelos representa una preocupación considerable Boy et al., (2024), y por último e importante es tener sostenibilidad y las alianzas entre el estado, la academia y el sector empresarial para promover la adopción tecnológica y reducir las brechas existentes, es esencial impulsar programas de capacitación que garanticen un acceso equitativo a los beneficios de la IA.

Tendencias y Perspectivas de la Implementación IA y AA en PYMES.

La implementación de la IA y el AA en las PYME, está orientada hacia una digitalización, motivada por la innovación tecnológica y la urgencia de crear nuevos marcos éticos y formativos, la adopción de la IA en los procesos comerciales requiere establecer un plan estratégico que esté alineado con las metas organizacionales, garantizando así que la tecnología se convierta en un motor de crecimiento sostenible Navós, (2025).

Según las tendencias tecnológicas, la IA seguirá evolucionando y se volverá más accesible y especializada para el ámbito de las PYMES. La tendencia en la IA está orientada a crear agentes autónomos en la manufactura. También se prevé que surjan humanos sintéticos, entidades digitales que mejorarán la interacción con el cliente y las ventas. Asimismo, la IA se integrará al capital de tecnología inteligente, lo que permitirá a las empresas llevar a cabo múltiples tareas con mayor precisión y menor tasa de errores.

La perspectiva más complicada está relacionada con la redefinición del capital humano, donde el enfoque se desplaza de la sustitución para complementar entre el ser humano y la IA, para realizar tareas rutinarias, lo que libera a los empleados para enfocarse en la interpretación estratégica de datos, la creatividad y la resolución de problemas con un valor más enfocado, esta tendencia crea la urgencia de programas de capacitación laboral para preparar a los trabajadores ante el desplazamiento tecnológico, con iniciativas de formación continua, como el caso de ReKnow University del Grupo Renault, han demostrado que es posible reconvertir a decenas de miles de trabajadores hacia nuevas competencias sin recurrir a despidos masivos (Navós, 2025). No obstante, las perspectivas futuras señalan una brecha significativa entre las exigencias de la IA y lo que ofrecen los programas de formación profesional, los gestores deben desarrollar la capacidad de interpretar con criterio los resultados algorítmicos, lo cual demanda nuevas

habilidades técnicas, éticas y reflexivas Boy, A. M., Osorio, E. D., Rodríguez, L. R., & López, R. D. P. (2024), esta falta de capacitación y conocimiento en el personal es una barrera que debe mitigarse con programas de formación continua para garantizar una transición inclusiva.

El futuro de la IA en las PYMES requiere la consolidación de marcos éticos, una mayor transparencia algorítmica y un esfuerzo coordinado entre actores públicos y privados, teniendo en cuenta que la IA ha sido catalogada como una tecnología fuerte, por lo que implica desafíos éticos y sociales de gran importancia, el problema de la caja negra y el riesgo de sesgos son preocupaciones clave que deben abordarse mejorando la transparencia de los modelos donde se analizan cómo la estandarización algorítmica puede llevar a la dilución del criterio ético gerencial y la pérdida de agencia humana.

Las políticas públicas y los esfuerzos internacionales son esenciales para nivelar el campo de juego y mitigar las brechas regionales en la adopción de IA Delgado et al., (2025), superar las desventajas requiere un esfuerzo coordinado entre instituciones académicas, gobiernos y organizaciones que permita fomentar la investigación y garantizar el acceso a tecnologías emergentes, además las alianzas estratégicas y los mecanismos de transferencia de conocimiento desde universidades son fundamentales para fortalecer la competitividad de las PYMES Prada Segura (2025).

Resultados Analíticos y Discusión.

Los resultados obtenidos se articulan con los postulados del marco TOE (Tecnologíaanalítica, tambiénorno), evidenciando que la adopción de la inteligencia artificial en las PYMES presenta un comportamiento heterogéneo según el nivel de desarrollo tecnológico; la estructura interna y las condiciones externas del entorno empresarial, en la dimensión tecnológica reflejan que la falta de talento especializado y la escasa inversión en infraestructura

digital continúan siendo las principales barreras para la madurez analítica, también, se observa una tendencia creciente hacia la capacitación del personal y la adopción de soluciones en la nube, aspectos que contribuyen a fortalecer la capacidad de absorción tecnológica.

En el gráfico de distribución por tipo de IA/AA, muestra los porcentajes de adopción por tipo de aplicación tecnológica como la automatización, analítica descriptiva, analítica predictiva, aprendizaje automático, IA generativa, con un 45 % en automatización o herramientas analíticas básicas, 22 % aplican modelos de aprendizaje automático avanzados, y el resto se distribuye entre uso exploratorio o nulo de IA, lo que respalda la afirmación sobre los niveles de madurez analítica y la heterogeneidad en la adopción tecnológica, dentro del marco TOE.

En cuanto al entorno, los resultados muestran diferencias regionales y sectoriales: las empresas del sector servicios y comercio exhiben mayores niveles de adopción en comparación con las manufactureras, influenciadas por la disponibilidad de incentivos gubernamentales y la presión competitiva del mercado, de manera que por medio de la teoría de capacidades dinámicas se puede explicar la variabilidad observada, al resaltar la importancia de la flexibilidad estratégica y la capacidad de reconfigurar recursos para responder a entornos tecnológicos cambiantes. Este enfoque permite comprender por qué las PYMES con liderazgo adaptativo y cultura de innovación muestran mejores resultados en la implementación de IA.

Desde la perspectiva de madurez analítica, los hallazgos indican que la mayoría de las PYMES se ubican en niveles iniciales o intermedios de integración tecnológica con uso limitado de herramientas predictivas o prescriptivas, solo una minoría ha alcanzado fases avanzadas de explotación de datos mediante sistemas inteligentes interconectados.

Finalmente, la gobernanza de datos se consolida como un eje transversal y determinante, ya que los resultados evidencian que la ausencia de políticas claras sobre seguridad, privacidad y calidad de datos constituye uno de los principales obstáculos para la sostenibilidad de las iniciativas de IA; este aspecto se relaciona tanto con los desafíos éticos como con las brechas operativas que aún persisten en el ecosistema empresarial colombiano.

Tabla 6

Vinculación entre objetivos específicos y resultados clave

Objetivo específico	Resultados clave	Categoría
Realizar una revisión sistemática de literatura en bases de datos científicas y reportes institucionales sobre la implementación, avances y retos de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en las PYMES, aplicando el protocolo PRISMA 2020.	Se evidenció un incremento sostenido en la adopción de soluciones de IA orientadas a la automatización de procesos, optimización operativa y apoyo a la toma de decisiones.	Avances
Sistematizar los registros documentales para identificar patrones y tendencias en la adopción de IA/AA en las PYMES.	La sistematización permitió identificar patrones temáticos, recurrencias y regularidades que consolidan tendencias comunes en torno a avances, retos y perspectivas.	Perspectivas
Analizar cualitativamente las perspectivas emergentes de la adopción de IA y aprendizaje automático en PYMES, derivando factores críticos de éxito y proyecciones futuras para la transformación digital del sector.	El análisis cualitativo permitió interpretar perspectivas emergentes, destacando retos estructurales (brechas de datos, talento, infraestructura, gobernanza), así como oportunidades y factores estratégicos para el impacto futuro de la IA/AA en PYMES.	Retos y Perspectivas

Nota. Elaboración propia a partir de datos de cómo se puede ver en la anterior tabla se resume la vinculación de los objetivos con los resultados.

Lineamientos Para la Implementación de IA y AA en las PYMES

Diagnóstico Inicial y Alineación Estratégica

Cuando se va a adoptar cualquier tecnología, se debe realizar un análisis de la situación actual, con la intención de identificar cuáles son los procesos críticos, las necesidades reales del negocio y nivel de madurez digital con la que cuenta la empresa, ya que esto funciona como los

cimientos de la empresa y que una base sólida, cualquier estructura avanzada se tambalea, además la implementación tecnológica para las PYMES debe estar organizada con base en los objetivos estratégicos de la empresa y no responder únicamente a tendencias del mercado.

Adopción Progresiva y Escalable

La adopción progresiva y escalable está orientada hacia una digitalización, motivada por la innovación tecnológica donde se implemente procesos con transparencia en sus modelos de IA, lo que permita fomentar la confianza y la aceptación entre los usuarios finales.

De acuerdo con los anterior se recomienda iniciar con soluciones digitales básicas como la automatización de procesos, analítica descriptiva, herramientas en la nube y así mismo poder avanzar de forma segura y gradualmente implementar las aplicaciones de IA y AA más complejas, ya que esto permite reducir riesgos, optimizar recursos y facilita la adaptación organizacional.

Uso de Herramientas

Las PYMES deben priorizar el trabajo inicial identificando las necesidades antes de elegir una herramienta digital, además de entender las áreas, después de hacer dicha identificación pueden iniciar con plataformas de código abierto, soluciones en la nube y modelos preentrenados que reduzcan los costos de implementación, debido a que el uso de herramientas accesibles favorece la sostenibilidad tecnológica y evita dependencias excesivas de proveedores especializados, además es clave elegir soluciones que sean fáciles de implementar y que se adapten a tu presupuesto.

Gestión y Calidad de los Datos

La automatización de procesos a través de herramientas de IA y AA permite a las pymes optimizar tareas repetitivas y mejorar la precisión, pero esto depende de la correcta

implementación, de la calidad de los datos, por lo tanto, es fundamental establecer políticas básicas de gestión de datos que incluyan recolección estructurada, almacenamiento seguro, actualización periódica y uso ético de la información.

Capacitación y Desarrollo del Talento Humano

Para lograr la transformación digital de las PYMES, es indispensable fortalecer de manera progresiva las competencias del talento humano, en la actualidad la adopción de nuevas tecnologías no depende únicamente de la infraestructura, sino principalmente de las capacidades del recurso humano, por ello, se recomienda implementar programas de capacitación orientados al uso eficiente de herramientas tecnológicas, análisis e interpretación de datos, asimismo, es fundamental fomentar una cultura organizacional de aprendizaje continuo, que promueva la actualización permanente de conocimientos, la innovación y la adaptabilidad frente a los cambios tecnológicos, contribuyendo así al crecimiento sostenible de la empresa.

Enfoque en la Toma de Decisiones

Las soluciones de IA y AA deben pensarse como herramientas de apoyo a la toma de decisiones estratégicas, operativas y comerciales dentro de la organización, estas tecnologías permiten procesar grandes volúmenes de información, identificar patrones, anticipar tendencias y optimizar procesos, lo que fortalece la competitividad empresarial, sin embargo, su implementación no debe reemplazar el criterio humano, sino complementarlo, integrando la experiencia, el conocimiento del contexto y el juicio profesional de los directivos y colaboradores para lograr decisiones más acertadas y alineadas con los objetivos organizacionales.

Gestión del Cambio

La gestión del cambio es un componente clave en la implementación de tecnologías digitales en las PYMES, por eso es necesario preparar a la empresa de manera integral, comunicando de forma clara y transparente los beneficios, alcances y objetivos del uso de nuevas herramientas tecnológicas, esto contribuye a reducir la resistencia al cambio y a generar confianza entre los colaboradores, adicionalmente, se debe promover la participación activa del personal durante todas las etapas del proceso de implementación, para que se pueda fortalecer el sentido de pertenencia, el compromiso y la adopción efectiva de las soluciones tecnológicas dentro de la cultura organizacional.

Consideraciones Éticas y de Seguridad

Las PYMES deben garantizar un uso responsable, seguro y ético de las tecnologías basadas en IA y AA, lo que implica proteger la privacidad y confidencialidad de los datos, asegurar el cumplimiento de la normativa de protección de información y establecer políticas claras sobre el manejo y uso de los datos, asimismo, es importante aplicar principios éticos que eviten sesgos, discriminación o uso indebido de la información, especialmente en procesos que involucren clientes, proveedores y empleados, fortaleciendo la confianza y la reputación de la organización.

Evaluación y Mejora Continua

Para asegurar el éxito de las tecnologías implementadas, se recomienda establecer indicadores de desempeño que permitan medir de manera objetiva su impacto en los procesos, la productividad y los resultados empresariales, la evaluación periódica de estos indicadores facilita la identificación de oportunidades de mejora, la detección temprana de posibles fallas y la toma de acciones correctivas.

De esta manera, la mejora continua se convierte en un proceso permanente que permite optimizar las soluciones adoptadas, maximizar su valor y asegurar su alineación con las necesidades y objetivos.

Conclusiones

La investigación indica que las PYMES han avanzado notablemente en la integración de (IA) y (AA), especialmente en áreas de marketing, finanzas, contabilidad y auditoría, este avance se traduce en un incremento promedio de productividad entre el 20% y el 40%, según varios estudios revisados, las herramientas basadas en IA han hecho posible la automatización de procesos, la gestión de datos el proceso de facilitar la toma de decisiones informadas, no obstante, estos beneficios son más evidentes en las empresas que han desarrollado capacidades internas de análisis de datos y liderazgo tecnológico, reafirmando la importancia de fortalecer la madurez digital como condición previa para el éxito en la implementación.

A pesar de los avances, las PYMES continúan enfrentando obstáculos en la calidad de los datos, la infraestructura tecnológica y la formación del talento humano, estas limitaciones reflejan brechas estructurales que impiden escalar los beneficios de la IA hacia todos los sectores, en particular, las micro y pequeñas empresas presentan mayores dificultades para acceder a soluciones tecnológicas de bajo costo y al talento especializado necesario para su sostenibilidad, además, la falta de políticas claras de gobernanza de datos y de regulación ética sobre el uso de algoritmos refuerza la necesidad de una agenda pública coordinada entre estado, empresa y academia.

La evidencia empírica y teórica recomienda que la implementación gradual de la IA, sea acompañada de hojas de ruta tecnológicas, procesos de evaluación y marcos de gobernanza de datos, ya que es la estrategia más efectiva para reducir riesgos y garantizar sostenibilidad, además la adopción por partes permite a las PYMES adaptarse progresivamente a los cambios tecnológicos, desarrollar competencias internas y consolidar una cultura organizacional basada en el aprendizaje continuo.

Las proyecciones hacia 2025 y los años siguientes indican que la (IA) se consolidará como un eje transformador de la competitividad empresarial, no obstante, su éxito dependerá de tres factores esenciales, como lo son la inversión en la capacitación del talento, la implementación de principios sólidos de ética algorítmica y la articulación de ecosistemas colaborativos entre estado, academia y sector productivo, teniendo en cuenta que en este momento el panorama de la IA en las PYMES refleja un proceso de maduración tecnológica en marcha, en el que los avances alcanzados resultan alentadores, aunque su consolidación exige superar brechas estructurales, fortalecer la gobernanza de datos y promover la formación ética y digital de los líderes empresariales.

Recomendaciones

Para la implementación de IA Y AA EN LAS PYMES, es necesario adoptar estrategias que se puedan poner en marcha de forma gradual, donde se incorporen etapas de diagnóstico, planificación, desarrollo, ensayo y ampliación, también reforzar la cultura de datos mediante programas de formación continua, es por eso que promover la formación de equipos donde se combinen habilidades analíticas, éticas y tecnológicas, asimismo, se sugiere establecer indicadores de impacto para valorar el aporte real que tiene la IA en la eficacia organizacional. Además, es importante crear marcos regulatorios que aseguren la equidad de oportunidades entre sectores productivos y regiones, así como la protección de los datos personales y la transparencia en el empleo de algoritmos.

La incorporación de capacitación de talento especializado en ciberseguridad, ciencia de datos e IA aplicada, en los programas curriculares y de extensión de las universidades servirá para guiar estos procesos desde la academia, siendo así un compromiso que debe ser compartido entre todos los actores del ecosistema, donde interactúen en cooperación multisectorial y se realice la inversión sostenida en talento humano, ya que son pilares esenciales para construir un modelo de innovación inclusivo, ético y sostenible.

Referencias

- Abdullah, S. A. (2025). Artificial intelligence (AI) techniques: A game-changer in digital marketing for shops. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2508.11705>
- Almeida-Blacio, J. H., Naranjo-Armijo, F. G., Maldonado-Pazmiño, H. O., & Rodríguez-Lara, A. D. (2024). Inteligencia artificial como mecanismo eficiente de la contabilidad. *Código Científico: Revista de Investigación*, 5(E3), 334–364. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE3/320>
- Angulo Romero, C. A. (2021). *Evaluación de la capacidad de análisis de datos de las pymes desarrolladoras de software de la ciudad de Bogotá* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Arias-Serna, M. A., Quiza-Montealegre, J. J., Montes-Gómez, L. F., Uribe Clavijo, L., & Orozco-Duque, A. F. (2025). Explainable machine learning models for credit rating in Colombian solidarity sector entities. *Journal of Risk and Financial Management*, 18(9), Article 489. <https://doi.org/10.3390/jrfm18090489>
- Atienza García, Y. L., & Jaramillo Villafuerte, R. F. (2024). Evaluación de la implementación de inteligencia artificial en pymes del sector construcción de San Miguel de Bolívar. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales*, 3(6), 4662–4679. <https://doi.org/10.59282/reincisol.v3i6.4662>
- Boy, A. M., Osorio, E. D., Rodríguez, L. R., & López, R. D. P. (2024). Inteligencia artificial en la toma de decisiones: Implicaciones éticas y eficiencia. *Revista Venezolana de Gerencia*, 29, 342–355. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.29.e11.20>
- Cárdenas Valentín, D. A., Hooker Fajardo, S. K., & Vasco Flórez, J. S. (2024). *Inteligencia artificial en Colombia: Herramienta para el desarrollo en el comercio internacional*

[Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia].

<https://hdl.handle.net/20.500.12494/57136>

Chávez Bravo, J. C. (2021). La inteligencia artificial y su sostenibilidad en las pymes. *Big Bang Faustiniiano*, 10(2). <https://doi.org/10.51431/bbf.v10i2.680>

Corrales Montalvo, I., Payares Osorio, G. A., & Flórez Alarcón, N. A. (2024). *Impacto de la inteligencia artificial en la contabilidad: Un desafío emergente o una solución innovadora para el futuro contable* [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/57898>

Daza Cantor, M., Orjuela Mahecha, C., Paredes Castañeda, D., Salamanca Cubillos, D., & San Martín Rincón, Y. (2021). Impacto de la inteligencia artificial en las empresas manufactureras en Colombia. *Repositorio Institucional Universidad Distrital*. <http://hdl.handle.net/10882/11331>

De la Hoz Domínguez, E. J., Fontalvo Herrera, T. J., & Mendoza Mendoza, A. A. (2020). Aprendizaje automático y pymes: Oportunidades para el mejoramiento del proceso de toma de decisiones. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 8(1), 21–36. <https://doi.org/10.17081/invinno.8.1.3506>

Delgado, C. J., Vásquez Jaramillo, D., & Torres Villanueva, M. (2025). Brechas en el acceso a la inteligencia artificial y su impacto en la economía. *Revista Innovación y Software*, 6(1), 69–75. <https://doi.org/10.48168/innosoft.s23.a248>

Muñoz Samboni, D. A., & Cifuentes Ortega, M. F. (2021). *BISSMES: Método ágil para la implementación de inteligencia de negocio en empresas de desarrollo de software* [Tesis de maestría, Tecnológico de Antioquia].

- Navós, O. T. (2025). Estrategias prácticas para la aplicación de la inteligencia artificial en las pymes argentinas. *Horizontes Empresariales*, 24(1), 6–25.
<https://doi.org/10.22320/hem.v24i1.7102>
- Prada Segura, J. A. (2025). Inteligencia artificial y big data en la auditoría financiera: Un enfoque hacia la sostenibilidad en pymes colombianas. *Revista Académica de Contaduría y Finanzas*. <https://doi.org/10.61582/b3ad9w21>
- Pulido Morales, S. E. (2020). *Factores que influyen en la adopción de machine learning en empresas colombianas* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/items/fd38948a-cfaf-4f79-9a4b-2d38d7c01c34>
- Silva Robalino, C. A., & Arellano Cepeda, O. E. (2025). La adopción de tecnologías fintech y su impacto en la eficiencia operativa de las pequeñas y medianas empresas (pymes). *Ecuacientífica*, 3(6), 51–62. <https://doi.org/10.56519/pt7czs92>
- Singla, A., Sukharevsky, A., Yee, L., Chui, M., & Hall, B. (2024). *The state of AI in early 2024*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-2024>
- Teixeira, A. R., Ferreira, J. V., & Ramos, A. L. (2025). Intelligent supply chain management: A systematic literature review on artificial intelligence contributions. *Information*, 16(5), Article 399. <https://doi.org/10.3390/info16050399>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990). *The processes of technological innovation*. Lexington Books.

Valencia Toro, C. D. (2024). *Cloud computing y la inteligencia artificial en las empresas colombianas* [Monografía de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/69236>

Viasus Arenas, G. I. (2024). *Impacto de la inteligencia artificial en el desarrollo de las organizaciones en el campo de la contaduría en Colombia* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/61482>