

Alarcón Vargas, D. F., Ruiz Ruiz, B. S., Valencia-Arias, A., & Echeverri Gutierrez, C. A. (2026, mayo-agosto). Tecnología en máquinas de venta automatizadas: una revisión de literatura.

Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (78), 345-378.

<https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n78a13>

Tecnología en máquinas de venta automatizadas: una revisión de literatura

Technology in automated vending machines: a literature review

Diego Fernando Alarcón Vargas

Magister en Ingeniería Electrónica

Unidad de IDI, Inssa S.A.S

Medellín, Colombia

dalarcon@inssa.com.co

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-8932-7389>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001655272

Brayan Smit Ruiz Ruiz

Ingeniero Desarrollador

Unidad de IDI, Inssa S.A.S

Medellín, Colombia

sruiz@inssa.com.co

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-0184-7880>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002422296

Alejandro Valencia-Arias

Doctor en Ingeniería, Industria y Organizaciones

Formulación de Proyectos, Administrative Management Consultants S.A.S

Medellín, Colombia

formulacion@administrativemc.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9434-6923>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001388809

Camilo Andrés Echeverri Gutierrez

Doctor en Estudios Organizacionales

Investigación e Innovación, Administrative Management Consultants S.A.S

Medellín, Colombia

presidencia@amyc.com.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0667-0913>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001559041



Recibido: 16 de febrero de 2026

Evaluado: 27 de abril de 2026

Aprobado: 30 de abril de 2026

Tipo de artículo: Revisión.

Resumen

Las máquinas de venta automatizadas (AVM) han evolucionado de sistemas electromecánicos básicos a plataformas inteligentes capaces de interactuar con los usuarios y adaptarse a entornos dinámicos. Este avance ha sido impulsado por tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial, los pagos digitales, los sensores inteligentes y la analítica de datos, ampliando su aplicación en sectores como el comercio minorista, la salud, el transporte y las ciudades inteligentes. Sin embargo, la literatura científica sobre el tema presenta una alta fragmentación temática y enfoques heterogéneos que dificultan una comprensión integral del campo. Este estudio tiene como objetivo identificar y sintetizar las tendencias investigativas relacionadas con las tecnologías aplicadas a las AVM mediante un análisis bibliométrico de la producción académica. La metodología se basa en la declaración PRISMA 2020 y utiliza las bases de datos Scopus y Web of Science. Tras aplicar criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 109 estudios para el análisis final, garantizando transparencia y reproducibilidad. Los resultados muestran una creciente convergencia entre automatización, inteligencia artificial y dinámicas sociales de consumo. Aunque el campo evidencia un crecimiento sostenido, persisten desequilibrios conceptuales, con mayor desarrollo tecnológico y menor integración de aspectos sociales, conductuales y regulatorios.

Palabras clave: Automatización; Aprendizaje automático; Máquina expendedora; Sistemas inteligentes; Visión artificial.

Abstract

Automated vending machines (AVMs) have evolved from basic electromechanical systems to intelligent platforms capable of interacting with users and adapting to dynamic environments. This advancement has been driven by technologies such as the Internet of Things (IoT), artificial intelligence, digital payments, smart sensors, and data analytics, expanding their application in

sectors such as retail, healthcare, transportation, and smart cities. However, the scientific literature on the subject exhibits a high degree of thematic fragmentation and heterogeneous approaches, hindering a comprehensive understanding of the field. This study aims to identify and synthesize research trends related to technologies applied to AVMs through a bibliometric analysis of academic output. The methodology is based on the PRISMA 2020 statement and utilizes the Scopus and Web of Science databases. After applying inclusion and exclusion criteria, 109 studies were selected for the final analysis, ensuring transparency and reproducibility. The results show a growing convergence between automation, artificial intelligence, and social dynamics of consumption. Although the field shows sustained growth, conceptual imbalances persist, with greater technological development and less integration of social, behavioral, and regulatory aspects.

Keywords: Automation; Machine learning; Vending machine; Intelligent systems; Computer vision.

Introducción

Las máquinas de venta automatizadas (vending machines) se definen como sistemas tecnológicos de autoservicio destinados a la dispensación autónoma de productos mediante mecanismos electromecánicos y plataformas digitales integradas, sin intervención directa de personal humano. Estas soluciones forman parte de las tecnologías de autoservicio (*self-service technologies*) ampliamente integradas en la vida cotidiana y en diversos contextos de prestación de servicios (Henderson et al., 2024). Inicialmente asociadas a la venta de alimentos y bebidas, estas máquinas han evolucionado desde configuraciones mecánicas básicas hacia sistemas inteligentes con capacidad de interacción con los usuarios y adaptación dinámica a su entorno operativo. Esta transformación ha permitido incorporar experiencias interactivas que influyen directamente en el disfrute del servicio y en el comportamiento de elección del consumidor (Fakfare et al., 2024).

En este sentido, la literatura reciente destaca la incidencia de variables como la disponibilidad de información, la percepción de calidad, el precio y la facilidad de uso en la decisión de compra en máquinas dispensadoras, particularmente en contextos urbanos y alimentarios (Silva Duarte, 2025). De manera complementaria, los estudios técnicos y de ingeniería evidencian que la modernización de estas soluciones también depende de infraestructuras adecuadas para su instalación, operación y mantenimiento, especialmente en sistemas de dispensación de café y bebidas calientes, donde la confiabilidad operativa y la logística técnica resultan determinantes para su desempeño (Jerez Moratal, 2025).

El desarrollo del vending inteligente ha sido impulsado por la convergencia de tecnologías digitales avanzadas, las cuales han fortalecido la capacidad de las máquinas de venta automatizadas para operar de manera autónoma y tomar decisiones en tiempo real (Li et al., 2024). Asimismo, la incorporación de sistemas inteligentes y automatizados ha ampliado significativamente los ámbitos de aplicación de estas tecnologías en distintos entornos operativos (Rajesh et al., 2024). Como resultado, el vending inteligente se ha consolidado como un campo de investigación multidisciplinar en constante expansión debido a su creciente adopción y aplicabilidad en diversos sectores (McMillan et al., 2022).

La integración de tecnologías digitales avanzadas ha impulsado el desarrollo del vending inteligente, permitiendo que las máquinas operen de manera autónoma y tomen decisiones en tiempo real (Li et al., 2024). Asimismo, la incorporación de sistemas inteligentes y automatizados ha fortalecido la capacidad de adaptación y operación eficiente de estas tecnologías en entornos dinámicos (Rajesh et al., 2024). En consecuencia, las máquinas de venta automatizadas se han consolidado como un campo de investigación multidisciplinar en expansión debido a su creciente aplicabilidad y adopción en diversos sectores (McMillan et al., 2022).

El análisis de las tecnologías aplicadas a las máquinas de venta automatizadas se inscribe dentro de una línea más amplia de estudios orientados a comprender la evolución, gestión y transferencia del conocimiento tecnológico en distintos contextos organizacionales y productivos. Investigaciones previas han demostrado la utilidad de los enfoques analíticos para identificar patrones de desarrollo tecnológico, dinámicas de innovación y estructuras del conocimiento científico, incluso en campos caracterizados por alta dispersión temática y heterogeneidad conceptual, como ocurre en los sistemas automatizados y las tecnologías emergentes (Bermeo

Giraldo et al., 2021; Jiménez-Navia et al., 2020). En este sentido, el presente estudio adopta una perspectiva integradora que permite situar el desarrollo del vending automatizado dentro de los procesos contemporáneos de transformación tecnológica y producción científica.

El estudio se sitúa dentro del campo más amplio de la gestión de la tecnología y la innovación, particularmente en las líneas de investigación orientadas a comprender la evolución, difusión y transferencia del conocimiento tecnológico en contextos organizacionales y productivos. Esta línea se fundamenta en marcos teóricos como el enfoque basado en el conocimiento, que reconoce el conocimiento como un recurso estratégico para la creación de valor, así como en la teoría de sistemas de innovación, la cual explica cómo las interacciones entre actores, instituciones y tecnologías configuran las dinámicas innovadoras. Adicionalmente, se retoman aportes de la teoría de difusión tecnológica para analizar los procesos de adopción y adaptación de soluciones como las máquinas de venta automatizadas en distintos sectores, y de los enfoques sociotécnicos, que integran el desarrollo tecnológico con dimensiones sociales, organizacionales y de uso. Estas perspectivas proporcionan una base conceptual que permite interpretar la evolución de las máquinas de venta automatizadas no solo como un avance tecnológico, sino como parte de procesos más amplios de transformación digital, transferencia de conocimiento e innovación en sistemas de servicio.

De esta manera, el desarrollo de soluciones digitales orientadas por la integración de sistemas inteligentes y enfoques de automatización, ha permitido que la investigación científica registre un crecimiento acelerado en los últimos años, intencionado en la mejora de la eficiencia operativa en diversos contextos de aplicación, así como en la seguridad y experiencia del usuario (Sibanda et al., 2020; Solano et al., 2017). Este desarrollo temático si bien ha generado un incremento sostenido, también ha encontrado dificultades en el análisis sistemático de un cuerpo de conocimiento disperso y fragmentado por su multidisciplinariedad.

Desde una perspectiva conceptual, el estudio se fundamenta en un enfoque integrador que articula aportes de la gestión de la tecnología y la innovación con marcos analíticos provenientes de distintas disciplinas. En primer lugar, el enfoque basado en el conocimiento permite comprender el papel del conocimiento tecnológico como recurso estratégico en la generación de valor y en la transformación de los sistemas productivos. En segundo lugar, la teoría de sistemas de innovación aporta una visión estructural que explica cómo la interacción entre actores, instituciones y

tecnologías configura dinámicas de desarrollo tecnológico en diferentes contextos. De manera complementaria, la teoría de difusión de innovaciones permite analizar los procesos mediante los cuales las tecnologías asociadas al vending automatizado son adoptadas, adaptadas y escaladas en diversos sectores. Finalmente, los enfoques sociotécnicos proporcionan un marco para interpretar la coevolución entre tecnología, usuario y entorno organizacional, reconociendo que el desarrollo tecnológico no es un proceso aislado, sino que está condicionado por factores sociales, culturales y regulatorios. En conjunto, estos referentes conceptuales permiten situar el estudio dentro de un marco analítico coherente que facilita la interpretación de los resultados y la comprensión de la evolución del campo.

Se ha encontrado una falta de articulación coherente que permita identificar estructuras conceptuales o esquemas evolutivos estables (Wiyanti & Alim, 2020). Sin una integración definida, los enfoques técnicos y sectoriales que aborda la literatura limitan la identificación de tendencias, relaciones y/o vacíos relevantes; especialmente en contextos emergentes como la automatización de servicios críticos (Gupta et al., 2025). Siendo evidente la necesidad de estudios que estructuren la evolución del campo y su dinámica científica, para lo cual son funcionales las herramientas bibliométricas, siendo objetivas en la visualización de patrones para el análisis científico.

Esta limitación no solo restringe la identificación de tendencias generales, sino que también dificulta la comprensión de relaciones específicas y vacíos críticos en el campo. En particular, se identifican vacíos relevantes asociados a: (i) la escasa integración entre desarrollos tecnológicos avanzados, como la inteligencia artificial y la automatización, con marcos explicativos del comportamiento del usuario; (ii) la limitada evidencia empírica en contextos reales de implementación, especialmente en sectores sensibles como la salud y los servicios críticos; (iii) la insuficiente articulación entre eficiencia operativa, sostenibilidad y consideraciones éticas en el diseño y despliegue de estas tecnologías; y (iv) la débil incorporación de enfoques regulatorios y de gobernanza que acompañen la adopción de sistemas automatizados en entornos complejos. Estos vacíos evidencian la necesidad de estudios que no solo describan el desarrollo tecnológico, sino que integren dimensiones técnicas, sociales y organizacionales para una comprensión más completa del campo.

El objetivo de la investigación es identificar las tendencias investigativas en la literatura científica sobre tecnologías aplicadas a máquinas de venta automatizadas mediante un análisis bibliométrico de la producción académica. Para esto, se formulan las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál ha sido la evolución de la cantidad de publicaciones científicas por año sobre tecnologías aplicadas a máquinas de venta automatizadas?, ¿Cuáles son las principales contribuciones científicas al campo en términos de autores, documentos y fuentes más influyentes?, ¿Cómo se distribuye geográficamente la producción científica sobre tecnologías aplicadas a máquinas de venta automatizadas a nivel global?, ¿Cuáles son las palabras clave emergentes, crecientes y decrecientes que caracterizan la evolución temática de este campo de investigación?

Para abordar la dispersión, el aporte del estudio está dado por la estructuración sistemática de la documentación existente. A través del enfoque bibliométrico, se ofrece una visión ordenada que identifica tendencias temporales, líneas emergentes y brechas conceptuales. Esta actualización del estado del conocimiento permite sugerir una agenda de investigación basada en la evidencia donde sus resultados resultan útiles para estudios futuros que busquen profundizar y fortalecer la coherencia temática, y, a su vez, son un insumo para la toma de decisiones en el desarrollo tecnológico de la máquinas de venta automatizadas.

Metodología

Como se mencionó anteriormente, para examinar la producción académica de forma sistemática, se empleó un análisis bibliométrico; este fue reportado a partir de la declaración PRISMA 2020 como un marco para la transparencia y reproducibilidad del estudio. Las directrices de la guía permiten documentar el proceso de selección y análisis de los estudios a partir de una estructuración coherente del proceso investigativo (Page et al., 2021) sin constituir como tal una técnica de análisis estadístico.

Criterios de elegibilidad

Para delimitar la documentación incluida en el análisis se establecieron los criterios de elegibilidad, los cuales únicamente contemplaron artículos científicos rectados en inglés y revisados por pares que hayan sido publicados en revistas indexadas en Scopus y WoS; esto último debido a la cobertura multidisciplinar y estandarización de metadatos que permiten estas bases de datos. Asimismo, para garantizar la alineación con el objeto del estudio, se tuvieron en cuenta investigaciones de carácter empírico, teórico o aplicado que abordaran componentes tecnológicos asociados a las máquinas de venta.

Mientras que, los criterios de exclusión fueron considerados a partir de tres fases secuenciales. En la primera fase, los errores en la indexación se definieron como registros duplicados entre bases de datos, documentos con metadatos incompletos (ausencia de autor, año o fuente), así como inconsistencias en los campos bibliográficos que impedían su correcta identificación o análisis. Las fallas en la clasificación correspondieron a documentos indexados en categorías no relacionadas con el objeto de estudio, o cuya asignación temática no coincidía con el contenido real del documento, evidenciado a partir de la revisión del título, resumen y palabras clave. Por su parte, las actas sin desarrollo científico incluyeron resúmenes de conferencias, notas técnicas o presentaciones sin estructura de artículo científico, sin resultados verificables o sin contenido metodológico explícito. Esta delimitación permitió garantizar la consistencia, calidad y pertinencia del corpus documental utilizado en el análisis.

Fuentes de información

Las fuentes de información se limitaron a Scopus y Web of Science debido a su amplia cobertura multidisciplinar, la calidad editorial de los contenidos indexados y el elevado nivel de estandarización de sus metadatos, condiciones esenciales para la realización de análisis bibliométricos rigurosos. Ambas bases concentran literatura científica revisada por pares y proporcionan herramientas consolidadas para el análisis sistemático de la producción académica. Su uso conjunto permite una mayor complementariedad y contribuye a reducir sesgos de cobertura, al constituir referentes internacionales en la evaluación y el análisis de la literatura científica

(Culbert et al., 2025). Asimismo, la integración y depuración de los registros bibliográficos se ve fortalecida por herramientas automatizadas que facilitan la interoperabilidad entre ambas bases y optimizan la gestión de datos para análisis bibliométricos avanzados (Diez-Junguitu & Peña-Cerezo, 2026).

La selección de Scopus y Web of Science se sustenta en su amplia cobertura multidisciplinar, altos estándares de indexación y estructuración de metadatos; características que las posicionan como referentes en estudios bibliométricos. El uso conjunto de ambas bases permite mejorar la confiabilidad de los datos y reducir sesgos de cobertura al integrar sistemas de indexación complementarios, tal como ha sido documentado en la literatura especializada.

La decisión de limitar el análisis a Scopus y Web of Science responde a criterios de calidad, consistencia y comparabilidad de la información. Ambas bases de datos son ampliamente reconocidas por su cobertura multidisciplinar, rigurosos procesos de indexación y estandarización de metadatos, lo que las convierte en referentes en estudios bibliométricos. Asimismo, su uso conjunto permite lograr un equilibrio entre amplitud y calidad del corpus documental, evitando la incorporación de fuentes con menor control editorial que podrían introducir sesgos o inconsistencias en el análisis. Si bien existen otras bases de datos relevantes, su inclusión podría generar redundancias, heterogeneidad en los registros y dificultades en la depuración de la información, lo que afectaría la trazabilidad y reproducibilidad del estudio. En este sentido, la selección de estas dos bases garantiza un corpus sólido, representativo y metodológicamente consistente para el análisis bibliométrico.

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda se definió a partir de los criterios de inclusión y se implementó mediante la construcción de una ecuación específica para cada base de datos, adaptada a su sintaxis con el propósito de garantizar precisión y exhaustividad en la recuperación de documentos. En Scopus se aplicó la ecuación TITLE (“vending machine*” OR “automated vending” OR “automated sales”) AND ((TITLE (“technology” OR “system*” OR “automation” OR “digital”)) OR (KEY (“technology” OR “system*” OR “automation” OR “digital”))). En Web of Science se empleó la misma estructura conceptual, ajustando los campos a su formato correspondiente

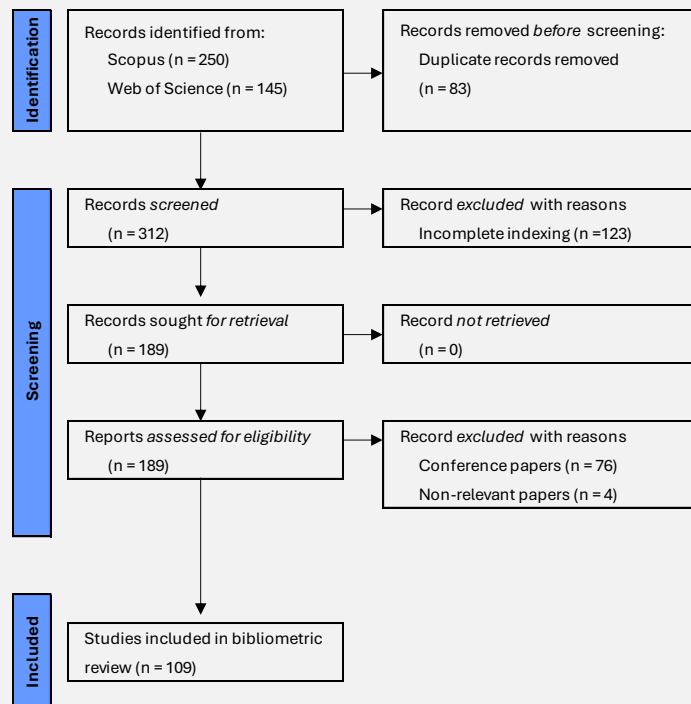
mediante TS=(“vending machine*” OR “automated vending” OR “automated sales”) AND ((TS=(“technology” OR “system*” OR “automation” OR “digital”)) OR (AK=(“technology” OR “system*” OR “automation” OR “digital”))). Ambas ecuaciones se utilizaron de forma consistente para asegurar la alineación temática y una cobertura integral del campo de estudio.

Proceso de selección

El proceso de selección de estudios se llevó a cabo de forma secuencial mediante la aplicación progresiva de los criterios de exclusión establecidos, lo que permitió depurar de manera sistemática el conjunto inicial de documentos recuperados. Cada fase fue registrada de forma ordenada para asegurar la trazabilidad de las decisiones adoptadas y mantener la coherencia metodológica del estudio. La secuencia completa de identificación, depuración y selección de los documentos se presenta en la Figura 1 mediante el diagrama de flujo PRISMA 2020, garantizando así la transparencia y claridad del proceso de selección.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA



Nota. Elaboración propia a partir de Page et al. (2021).

Tratamiento de datos

El tratamiento de los datos se efectuó mediante Microsoft Excel como herramienta principal para la gestión y procesamiento de la información bibliográfica. Los registros obtenidos de las bases de datos se unificaron en una sola matriz y se sometieron a un proceso de depuración orientado a la eliminación de duplicados y a la corrección de inconsistencias. Posteriormente, se realizó la normalización de autores, palabras clave y fuentes con el propósito de asegurar la coherencia de los datos. Finalmente, la información fue organizada y preparada para la ejecución de análisis descriptivos y estructurales a partir de variables bibliométricas clave.

El tratamiento de los datos se desarrolló siguiendo prácticas consolidadas en análisis bibliométricos, incluyendo procesos de depuración, normalización y estandarización de autores, palabras clave y fuentes, con el fin de garantizar la consistencia y comparabilidad de los registros. Estos procedimientos son ampliamente recomendados para mejorar la precisión y robustez de los resultados en estudios de este tipo.

Riesgo de sesgo

El estudio presenta posibles riesgos de sesgo derivados del uso exclusivo de las bases de datos Scopus y Web of Science, lo que puede restringir la cobertura de literatura no indexada, incluyendo literatura gris y publicaciones regionales. La dependencia de la calidad y consistencia de los registros bibliográficos puede influir en la representatividad de los resultados, al igual que la selección de los términos de búsqueda y la presencia de sesgos de notificación en la literatura científica. Para mitigar estos efectos, se aplicó un proceso sistemático sustentado en criterios de inclusión claramente definidos y en el uso complementario de ambas bases de datos, lo que contribuye a reducir sesgos individuales y a fortalecer la solidez del análisis.

La identificación y mitigación de posibles sesgos se fundamenta en recomendaciones metodológicas para revisiones sistemáticas y estudios bibliométricos, las cuales enfatizan la transparencia en la selección de fuentes, la definición de estrategias de búsqueda y la delimitación del corpus documental, con el fin de reducir el impacto de sesgos de selección y de reporte.

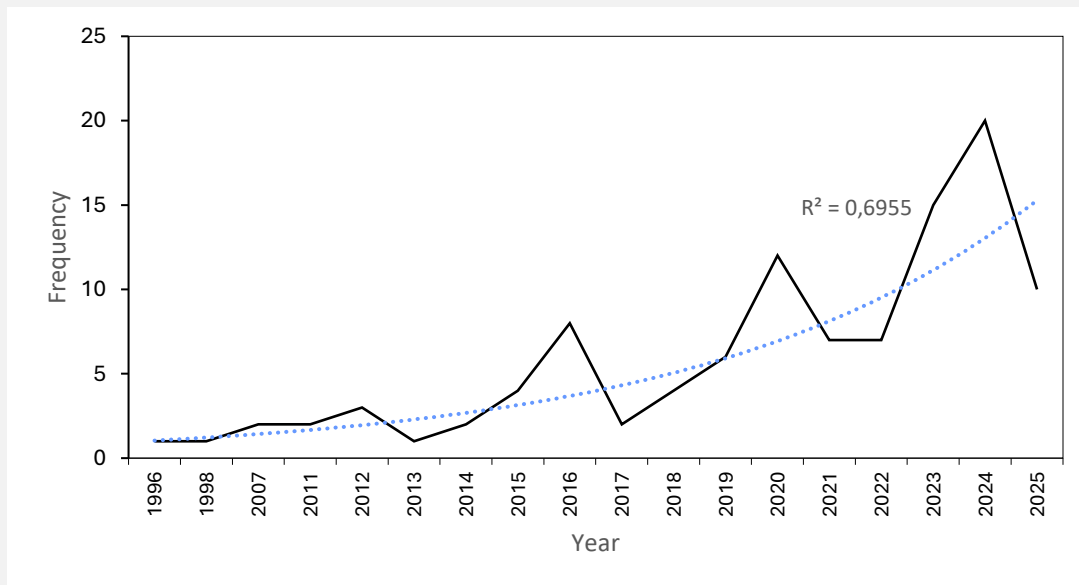
Resultados

Los resultados del estudio se derivan exclusivamente del análisis de metadatos bibliográficos, los cuales incluyen información estructurada como autores, títulos, resúmenes, palabras clave, fuentes, afiliaciones, años de publicación y recuentos de citación. Este tipo de información permite identificar patrones de producción científica, evolución temporal, redes de influencia, distribución geográfica y dinámicas temáticas sin necesidad de acceder al texto completo de los documentos. En este sentido, los resultados presentados no corresponden a una interpretación del contenido interno de los estudios, sino a un análisis estructural del conocimiento científico basado en indicadores bibliométricos. Este enfoque es consistente con la naturaleza del análisis bibliométrico, cuyo objetivo es examinar tendencias, relaciones y estructuras del campo a partir de datos cuantificables y estandarizados disponibles en bases de datos científicas.

La literatura científica abarca el periodo entre 1996 y 2025. Durante este intervalo se ha evidenciado una tendencia de crecimiento exponencial con un coeficiente medio-alto de determinación $R^2 = 0,695$, que indica una relación consistente entre el tiempo y el incremento de la producción científica, aunque con fluctuaciones propias de un campo en proceso de consolidación. En los años recientes se observa una intensificación marcada de las publicaciones, con 1 artículo en 2016, 2 en 2017, 4 en 2018, 2 en 2019, 12 en 2020, 7 en 2021, 7 en 2022, 15 en 2023, 20 en 2024 y 10 en 2025; tal como se presenta en la Figura 2. Esta expansión está asociada a la creciente incorporación de tecnologías digitales, sistemas inteligentes y enfoques de automatización.

Figura 2

Evolución del número de publicaciones



Nota. Elaboración propia.

El análisis de impacto se enfocó en los diez artículos más citados del cuerpo científico sobre tecnologías en máquinas de venta automatizadas, los cuales se presentan en la Tabla 1. Estas publicaciones, con recuentos de citación entre 30 y 115 citas, representan los aportes de mayor influencia en el campo y se concentran en revistas de alto impacto como Obesity Reviews, IEEE Transactions on Industrial Informatics, American Journal of Clinical Nutrition, Information Systems Research y Future Generation Computer Systems. Los estudios abordan enfoques variados que incluyen revisiones sistemáticas, desarrollos tecnológicos, aplicaciones de sistemas inteligentes, análisis del comportamiento del consumidor y modelos de venta automatizada en diferentes contextos. Estos trabajos reflejan el carácter multidisciplinar del campo y permiten identificar las contribuciones que han orientado su desarrollo conceptual y tecnológico, tal como se sintetiza en la Tabla 1.

Más allá de su impacto en términos de citación, los estudios incluidos en la Tabla 1 aportan elementos clave para la comprensión del fenómeno de investigación. En particular, se identifican contribuciones en tres dimensiones principales. En primer lugar, los estudios de carácter conductual y de salud pública analizan el comportamiento del consumidor y las decisiones de

consumo en entornos de vending, evidenciando factores como la disponibilidad de información, el diseño del entorno y las intervenciones orientadas a promover elecciones más saludables. En segundo lugar, los estudios tecnológicos presentan avances en el desarrollo de sistemas inteligentes, incluyendo modelos de visión computacional, aprendizaje automático y sistemas de recomendación, que optimizan la operación y personalización de las máquinas de venta automatizadas. En tercer lugar, se observan aportes en el ámbito metodológico y aplicado, relacionados con la evaluación de sistemas, el diseño de infraestructuras automatizadas y la implementación en contextos específicos como salud, retail y reducción de daños. Estas contribuciones reflejan el carácter multidisciplinar del campo y permiten comprender cómo la evolución del vending automatizado se construye a partir de la convergencia entre dimensiones tecnológicas, sociales y aplicadas.

Tabla 1

Principales aportes en la literatura

N	Autores	Artículo	Citación	Revista
1	Grech y Allman-Farinelli (2015)	A systematic literature review of nutrition interventions in vending machines that encourage consumers to make healthier choices	115	Obesity Reviews
2	Zhang et al. (2019)	Toward New Retail: A Benchmark Dataset for Smart Unmanned Vending Machines	58	IEEE Transactions on Industrial Informatics
3	Venti et al. (2010)	Reproducibility of ad libitum energy intake with the use of a computerized vending machine system	51	American Journal of Clinical Nutrition
4	Adam et al. (2023)	Human Versus Automated Sales Agents: How and Why Customer Responses Shift Across Sales Stages	49	Information Systems Research
5	Matthews & Horacek (2015)	Vending machine assessment methodology. A systematic review	37	Appetite
6	Hua & Ickovics (2016)	Vending Machines: A Narrative Review of Factors Influencing Items Purchased	34	Journal Of The Academy Of Nutrition And Dietetics
7	Solano et al. (2017)	Smart vending machines in the era of internet of things	33	Future Generation Computer Systems
8	Suarez-Balcázar et al. (2007)	Introducing systems change in the schools: The case of school luncheons and vending machines	32	American Journal of Community Psychology
9	Russell et al. (2023)	A scoping review of implementation considerations for harm reduction vending machines	30	Harm Reduction Journal

Nota. Elaboración propia.

El análisis de la distribución global de la investigación muestra una producción científica concentrada en un grupo diverso de países, lo que evidencia el carácter internacional del estudio sobre tecnologías en máquinas de venta automatizadas, tal como se presenta en la Figura 3. India encabeza la producción con 53 publicaciones, seguida por China con 49 y Estados Unidos con 37, consolidándose como los principales focos de generación de conocimiento. En Europa se observa una participación relevante de países como el Reino Unido, España, Alemania e Italia, mientras que Asia presenta una contribución amplia que incluye, además de India y China, a Taiwán, Corea del Sur, Japón, Malasia e Indonesia. Oceanía aporta producción significativa a través de Australia, y América concentra sus contribuciones principalmente en Estados Unidos y Canadá. También se identifican aportes desde África y Medio Oriente, aunque en menor proporción. En conjunto, esta distribución por países y continentes confirma la expansión global del campo, con un liderazgo marcado de Asia y una presencia sostenida en América y Europa, como se ilustra en la Figura 3.

Figura 3

Distribución global



Nota. Elaboración propia.

La Figura 4, por su parte, presenta un gráfico de dispersión de palabras clave, en el que el eje horizontal representa la frecuencia de aparición (*keyword frequency*) y el eje vertical el año

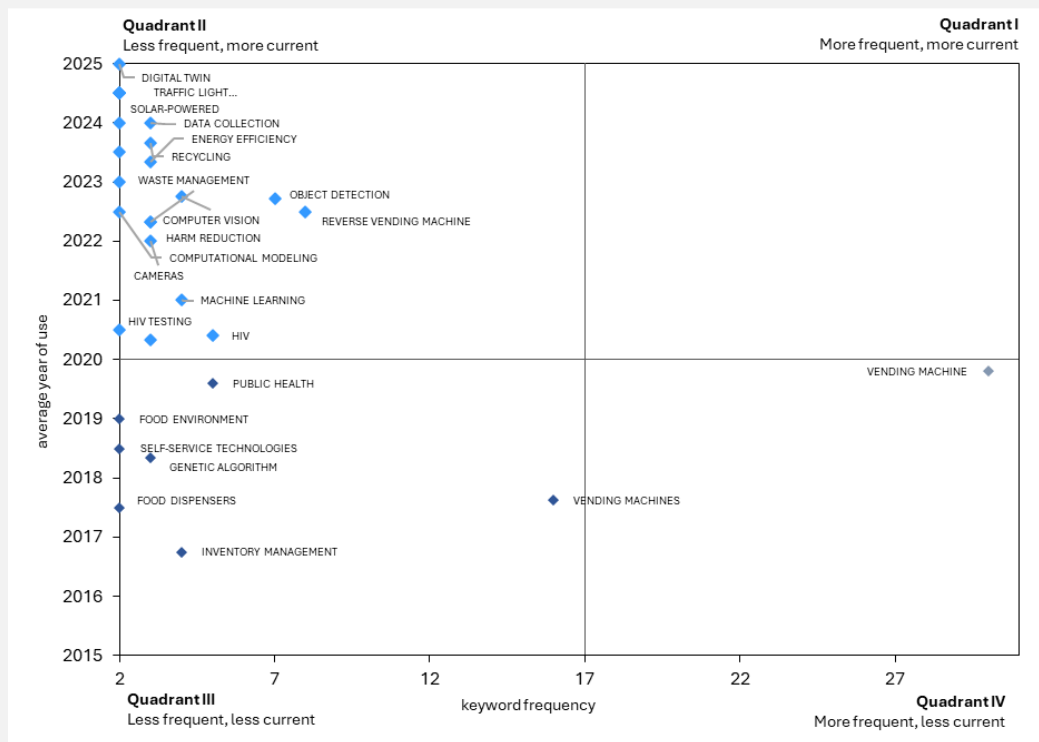
promedio de uso (*average year of use*), lo que permite analizar la evolución temporal y relevancia de los términos en el campo de estudio. A partir de la intersección de ambos ejes, se identifican cuatro cuadrantes analíticos.

El cuadrante I (superior derecho) agrupa las palabras clave más frecuentes y recientes, que representan los temas centrales y consolidados en la agenda actual de investigación, como “*vending machine*”. El cuadrante II (superior izquierdo) incluye términos menos frecuentes pero de aparición reciente, asociados a líneas emergentes del campo, como “*solar-powered*”, “*energy efficiency*”, “*recycling*”, “*object detection*” y “*reverse vending machine*”.

El cuadrante III (inferior izquierdo) reúne palabras clave poco frecuentes y menos recientes, que reflejan temas marginales o en declive, como “*inventory management*”, “*food dispensers*” y “*self-service technologies*”. Finalmente, el cuadrante IV (inferior derecho) contiene términos con alta frecuencia pero menor actualidad, lo que indica temas consolidados en etapas previas del desarrollo del campo, como “*vending machines*”.

Figura 4

Principales palabras clave



Nota. Elaboración propia.

En términos específicos, el cuadrante uno incluye palabras clave como *vending machine*, *machine learning*, *computer vision*, *data collection*, *real-time systems* y *digital twin*, las cuales combinan alta frecuencia con uso reciente y evidencian su rol central en la investigación actual. El cuadrante dos incorpora conceptos emergentes como *reverse vending machine*, *recycling*, *energy efficiency*, *annotations*, *transfer learning* y *solar-powered*, que, pese a su menor frecuencia, presentan años promedio muy recientes y señalan nuevas direcciones de investigación. En contraste, el cuadrante cuatro agrupa términos como *inventory management*, *self-service technologies*, *food dispensers* y *genetic algorithm*, que registran una alta frecuencia histórica pero un uso promedio menos reciente, indicando una reducción relativa de su protagonismo en la agenda científica actual.

Discusión

La sección de discusión se orienta a la interpretación de los patrones, dinámicas y significados derivados de los resultados bibliométricos, sin limitarse a su descripción. Para lo cual, se divide esta sección de la siguiente manera; en primer lugar, se presentan los hallazgos desde una mirada analítica, y a partir de esto se procede a realizar un comparativo con estudios previos. Luego, se exhiben las brechas investigativas y desde las tendencias observadas se plantea la agenda futura. Para finalizar con la explicación de implicaciones teóricas, prácticas y políticas, y las limitaciones metodológicas que deben considerarse para la interpretación del estudio.

Análisis de resultados

La convergencia en los factores estructurales que han modificado la oferta tecnológica y los patrones de consumo explican el crecimiento de la producción científica. Específicamente, la adopción generalizada de herramientas de inteligencia artificial e Internet de las Cosas (IoT), en conjunto con la intensificación de la demanda de soluciones de autoservicio, han despertado y sostenido el interés académico. Este fenómeno no solo se ajusta a un aumento cuantitativo de la producción, sino que la transformación desde dispositivos funcionales hacia sistemas inteligentes

integrados en ecosistemas digitales complejos refleja también una expansión conceptual del campo, en línea con la incorporación de infraestructuras avanzadas de conectividad y tecnologías habilitantes para entornos de autoservicio inteligente (Evangeline, 2026).

Los resultados, además, reflejan una evolución teórica. Desde una mirada histórica, los inicios en el campo estaban concentrados en la mejora operativa; de acuerdo con Ong et al. (1996), existía un interés particular por problemáticas de optimización funcional propias de la investigación en operaciones y la gestión industrial, asociadas a la logística y administración de recursos. Esta dinámica, con el tiempo, resultó insuficiente para capturar la complejidad de las dificultades emergentes en el sector, lo que condujo a una ampliación del marco analítico hacia dimensiones más contemporáneas. En este tránsito, la literatura reciente incorpora enfoques orientados a la reducción de daños, la eficiencia energética y las aplicaciones sociales, donde se evidencian aspectos de salud pública, sostenibilidad ambiental y sistemas inteligentes de automatización avanzada (Girip et al., 2025; Herrera et al., 2026; Martin et al., 2025; Zhang et al., 2025). En este escenario coexisten enfoques tradicionales y marcos sociotécnicos más avanzados, lo que confirma una maduración conceptual desigual.

Esta interpretación se refuerza al observar que la concentración de citas se evidencia en un conjunto reducido de artículos que articulan fundamentos conductuales y metodológicos con innovaciones tecnológicas clave. En este sentido, el comportamiento del consumidor y la medición rigurosa consolidaron una base temprana a partir de las contribuciones de Grech y Allman-Farinelli (2015) y Venti et al. (2010), que posteriormente dieron paso a enfoques centrados en el aprendizaje automático, la predicción y la automatización inteligente. Estudios recientes sobre análisis del comportamiento del consumidor y predicción de productos en contextos de vending mediante algoritmos de decisión confirman esta transición hacia modelos predictivos basados en datos (Wijaya et al., 2026), ampliando el alcance teórico del campo y explicando la creciente dispersión temática observada (Adam et al., 2023; Zhang et al., 2019).

Estas dinámicas de concentración reducida también se evidencian a partir del contexto geográfico. En Asia, por ejemplo, se observa una predominancia de enfoques orientados al desarrollo tecnológico, la eficiencia energética y la automatización industrial, en consonancia con las prioridades productivas y políticas de innovación de la región, como lo reflejan los estudios de Roy y Mukherjee (2010) y Zhang et al. (2023). Mientras tanto, en el continente americano, Estados

Unidos lidera investigaciones centradas en aplicaciones sectoriales avanzadas, particularmente en contextos de salud y servicios especializados, donde las máquinas de venta automatizadas se conciben como infraestructuras críticas para la provisión de servicios (P. Li et al., 2024; Nelson et al., 2012; Rife-Pennington et al., 2026). Esta diferenciación regional evidencia una convergencia global en la aplicación del desarrollo tecnológico, pero también una concentración territorial del conocimiento.

Finalmente, la transición desde enfoques operativos hacia sistemas inteligentes y predictivos se confirma en el análisis de los términos clave. Mientras *vending machine* permanece como núcleo conceptual, emergen ejes dominantes asociados a *machine learning* y *object detection* (Alshurideh et al., 2024; Xu et al., 2023). De forma paralela, la pérdida de centralidad de *inventory management* indica la maduración de este enfoque (Kros et al., 2019), mientras que la aparición de *reverse vending machine* y *recycling* evidencia una tensión creciente entre desarrollo técnico, sostenibilidad y responsabilidad social, consolidando una agenda investigativa cada vez más compleja e interdisciplinaria (Walk et al., 2020).

Comparación con otros estudios

El análisis crítico de los resultados indica que el crecimiento exponencial de la literatura sobre tecnologías aplicadas a las máquinas de venta automatizadas responde a transformaciones estructurales en los sistemas productivos, comerciales y de consumo. La aceleración de la digitalización, la integración de inteligencia artificial e IoT y la consolidación de modelos de autoservicio han redefinido estas máquinas, que han pasado de dispositivos mecánicos a infraestructuras digitales inteligentes. Los hallazgos del estudio se alinean con revisiones previas que documentan la transición desde sistemas no conectados hacia soluciones basadas en IoT, aprendizaje automático y tecnologías inteligentes orientadas a la personalización y la eficiencia operativa (Ratnasri & Sharmilan, 2021). Esta transformación también ha sido observada en otros sistemas automatizados de provisión de servicios, donde el uso de analítica avanzada y datos multidimensionales permite evaluar el estado operativo y optimizar el desempeño de infraestructuras automatizadas complejas (Cheng et al., 2026).

Los resultados también evidencian una madurez desigual del campo. La concentración de citas en un número limitado de artículos muestra que el desarrollo teórico se ha consolidado solo en determinados núcleos temáticos, mientras que una proporción relevante de la producción permanece fragmentada y con bajo impacto. Esta dispersión coincide con lo señalado por Jairoun et al. (2024), quienes describen una evolución heterogénea en la investigación sobre máquinas expendedoras farmacéuticas, caracterizada por la coexistencia de enfoques regulatorios, tecnológicos y conductuales sin una integración conceptual consistente.

El liderazgo geográfico refuerza esta lectura. La predominancia de países asiáticos con alta intensidad tecnológica refleja prioridades industriales orientadas a la automatización, el retail inteligente y el desarrollo de infraestructuras digitales. Investigaciones recientes en China e India enfatizan la visión computacional, los gemelos digitales y los sistemas inteligentes de alto rendimiento (Karthiga et al., 2024), en coherencia con las tendencias identificadas. En contraste, la producción de Europa y América del Norte incorpora con mayor peso dimensiones sociales, regulatorias y de comportamiento del consumidor, como se observa en estudios sobre entornos alimentarios, salud pública y decisiones de compra (Butt & Ahmad, 2025; Marinelli et al., 2021). En esta misma línea, estudios aplicados en entornos sanitarios muestran cómo la automatización del despacho de productos mediante sistemas inteligentes se orienta tanto a la eficiencia operativa como a la seguridad y trazabilidad del servicio, ampliando el alcance funcional de las máquinas automatizadas más allá del retail tradicional (Braham et al., 2026).

El análisis de palabras clave confirma una transición temática consistente. Los enfoques operativos tradicionales, asociados a la gestión de inventarios o al autoservicio genérico, pierden centralidad frente a conceptos vinculados con predicción, operación en tiempo real y sistemas inteligentes. Esta evolución también revela tensiones persistentes entre investigación técnica y social. Mientras la literatura tecnológica avanza en precisión, automatización y eficiencia, los estudios sobre salud, reducción de daños y sostenibilidad crecen a un ritmo más moderado, aunque con alta relevancia social, como muestran las investigaciones sobre máquinas médicas y farmacéuticas automatizadas (Butt & Ahmad, 2025; Jairoun et al., 2024). De forma complementaria, la literatura reciente subraya la necesidad de capacidades técnicas y formativas avanzadas para sostener estos desarrollos, evidenciando cómo los entornos educativos en automatización, PLCs y laboratorios inteligentes se convierten en un soporte estructural para la

expansión y mantenimiento de sistemas automatizados complejos, incluidos los de vending inteligente (Sardar et al., 2026).

El estudio coincide con la literatura reciente al identificar una expansión acelerada y tecnológicamente impulsada del campo, y aporta una visión integradora al mostrar que dicho crecimiento se apoya en bases conceptuales desiguales. La consolidación futura dependerá de la articulación sistemática entre avances técnicos y marcos sociales, regulatorios y éticos, evitando desarrollos tecnológicos desvinculados de sus implicaciones sociales, organizacionales y de consumo, una tensión que también ha sido advertida en otros dominios tecnológicos intensivos en automatización y sistemas digitales avanzados (Ru, 2026).

Brechas de investigación

El análisis de los resultados bibliométricos permite identificar brechas de investigación de carácter estructural que limitan la consolidación teórica y aplicada del campo. Se observa una integración conceptual insuficiente entre inteligencia artificial, automatización y comportamiento del consumidor, dado que el crecimiento de estudios técnicos sobre aprendizaje automático, visión computacional y sistemas en tiempo real no se acompaña de marcos explicativos sólidos sobre uso, aceptación y toma de decisiones, lo que restringe una comprensión integral de los sistemas de vending inteligente.

En aplicaciones identificadas en el análisis de los resultados, como la salud, la reducción de daños y el acceso equitativo a servicios automatizados, predomina la orientación de la tecnología hacia el desempeño y la eficiencia operativa, pero con una evaluación limitada de los impactos éticos y regulatorios. Existe, además, una escasez de estudios longitudinales que aborden contextos reales desde la adopción y el desempeño; esto condiciona su aplicación a prototipos o pruebas controladas, reduciendo la capacidad de evaluación hacia efectos de mediano y largo plazo.

Estas brechas emergen como una confirmación de la fragmentación del campo y la necesidad de enfoques más integradores orientados al impacto; por ejemplo, si bien hay un surgimiento de enfoques asociados a la economía circular y el reverse vending, persiste una articulación limitada de la sostenibilidad ambiental y la eficiencia energética con los modelos de

negocio. Además de los sesgos geográficos en la producción científica, donde a pesar del potencial de aplicación, aun se evidencia una subrepresentación de regiones en desarrollo.

En este contexto, la Tabla 2 sintetiza las principales brechas de investigación identificadas y presenta preguntas de investigación específicas para su abordaje en estudios futuros, con el objetivo de favorecer una construcción del conocimiento más articulada, acumulativa y socialmente relevante.

Tabla 2

Brechas de investigación

Categoría	Brecha de investigación	Pregunta de investigación futura
Integración teórica	IA desconectada de modelos conductuales explicativos	¿Cómo integrar teorías de comportamiento con arquitecturas inteligentes de vending?
Evaluación de impacto	Ausencia de métricas sociales y éticas estandarizadas	¿Qué indicadores permiten evaluar impactos sociales del vending inteligente?
Evidencia empírica	Falta de estudios longitudinales en entornos reales	¿Cómo evoluciona el desempeño del vending inteligente en el tiempo?
Gobernanza	Débil análisis de marcos regulatorios adaptativos	¿Qué modelos regulatorios acompañan la automatización basada en IA?
Contexto territorial	Escasa investigación en economías emergentes urbanas y rurales	¿Cómo se adapta el vending inteligente a contextos de infraestructura limitada?
Diseño organizacional	Desconexión entre tecnología y capacidades organizacionales	¿Qué capacidades requieren las organizaciones para gestionar vending inteligente?
Sostenibilidad	Circularidad poco vinculada a viabilidad económica	¿Cómo integrar economía circular con modelos de negocio rentables?
Experiencia de usuario	Interacción humano-máquina poco explorada en profundidad	¿Cómo influye la interacción inteligente en confianza y uso sostenido?
Interoperabilidad	Sistemas cerrados sin análisis de integración tecnológica	¿Cómo afecta la interoperabilidad al escalamiento del vending inteligente?

Nota. Elaboración propia.

Agenda de investigación

La agenda de investigación futura en tecnologías aplicadas a las máquinas de venta automatizadas debe orientarse a una proyección estratégica del campo que responda a las brechas estructurales identificadas, superando la acumulación incremental de soluciones técnicas y avanzando hacia marcos analíticos con mayor coherencia explicativa, comparativa y normativa. Las tendencias asociadas a inteligencia artificial, visión computacional, sistemas en tiempo real y gemelos digitales no deben interpretarse solo como avances funcionales, sino como vectores de

transformación que exigen nuevas articulaciones teóricas entre tecnología, usuario y contexto, actualmente ausentes o débilmente desarrolladas en la literatura.

Una primera línea estratégica se concentra en el desarrollo de modelos integrados que vinculen sistemas inteligentes, comportamiento del usuario y entornos de uso. La investigación futura debe ir más allá de la optimización algorítmica para explicar cómo las decisiones humanas, los hábitos de consumo y las condiciones organizacionales influyen en el desempeño real y la adopción sostenida de sistemas de vending inteligente, abordando así la fragmentación entre enfoques técnicos y conductuales evidenciada previamente.

En segundo lugar, las máquinas de venta automatizadas deben analizarse como infraestructura urbana inteligente y no únicamente como dispositivos comerciales aislados. Este desplazamiento conceptual permite responder a la limitada integración sectorial observada, al situar el vending como un nodo activo dentro de ecosistemas urbanos, logísticos y de servicios, lo que demanda estudios comparativos entre ciudades, sectores productivos y contextos regulatorios.

Asimismo, la agenda futura requiere incorporar de forma sistemática evaluaciones éticas y regulatorias desde el diseño tecnológico. La ausencia de análisis anticipatorios sobre gobernanza algorítmica, privacidad y responsabilidad limita la transferencia de estas tecnologías a contextos sensibles, por lo que se requieren enfoques interdisciplinarios que articulen ingeniería, ciencias sociales y políticas públicas.

Finalmente, la investigación debe consolidar líneas orientadas a sostenibilidad energética y economía circular integradas a modelos de negocio viables, superando el tratamiento marginal de estos temas. En conjunto, el avance del campo dependerá de su capacidad para cerrar las brechas detectadas mediante enfoques críticos, metodológicamente híbridos y socialmente informados, aun cuando ello implique cuestionar supuestos tecnológicos consolidados.

Implicaciones

Las implicaciones teóricas del estudio se vinculan con la necesidad de una estructuración más coherente y acumulativa del campo de investigación sobre tecnologías en máquinas de venta automatizadas. El análisis bibliométrico muestra un desarrollo marcado por la fragmentación conceptual y la coexistencia de enfoques poco articulados, por lo que este trabajo contribuye a

ordenar el corpus existente, precisar núcleos temáticos dominantes y evidenciar el desplazamiento desde aproximaciones operativas hacia marcos sociotécnicos sustentados en inteligencia artificial, automatización y sistemas inteligentes. A partir de esto, en búsqueda de una mayor capacidad explicativa, se sentaron las bases para la formulación de modelos teóricos integradores a partir de la reducción de ambigüedades analíticas que plantea esta organización.

Lo anterior, orienta a los desarrolladores y operadores al delimitar las tendencias tecnológicas y las zonas de riesgo que han sido poco estudiadas. La información generada abordada desde la práctica podría permitir la reducción de brechas entre la sofisticación técnica y la aceptación social, que a su vez, se reflejaría en la priorización de inversiones y el diseño de soluciones contextualizadas que fortalezcan la legitimidad de las soluciones aplicadas del vending inteligente.

La evidencia es útil para la orientación de decisiones estratégicas basadas en datos, que puede ser aplicado en entornos de alimentación, salud pública y regulación tecnológica, pero también desde la gobernanza. Tomando como base la aplicación de las máquinas automatizadas en estos espacios sensibles, los resultados constituyen un insumo para el plano político en el diseño de marcos regulatorios para servicios que requieren intervención, no solo que habiliten la innovación, sino que sean consistentes hacia la protección del usuario y la automatización responsable; esto demanda políticas que garanticen la transparencia.

Limitaciones

El estudio presenta limitaciones metodológicas que delimitan el alcance de los resultados sin afectar su consistencia analítica. El análisis se circunscribe a publicaciones indexadas en Scopus y Web of Science, lo que supone la exclusión potencial de trabajos relevantes disponibles en otras fuentes. La dependencia de metadatos orienta la interpretación hacia información bibliográfica y no hacia el examen exhaustivo de los contenidos completos. De igual forma, se excluyó la literatura gris, incluidos informes técnicos y documentos institucionales. Estas condiciones reducen la cobertura del corpus analizado, pero no comprometen la identificación de tendencias, patrones estructurales y dinámicas generales del campo.

A partir de estas limitaciones, se derivan recomendaciones para futuras investigaciones orientadas a fortalecer la comprensión del campo. En primer lugar, se sugiere ampliar la cobertura de fuentes incorporando otras bases de datos y literatura gris, con el fin de mejorar la representatividad del corpus documental. En segundo lugar, se recomienda complementar los análisis bibliométricos con revisiones de contenido o enfoques cualitativos que permitan profundizar en los hallazgos conceptuales y empíricos de los estudios. En tercer lugar, se propone el desarrollo de investigaciones longitudinales que analicen la evolución del campo en contextos específicos de aplicación, así como estudios comparativos entre regiones y sectores. Finalmente, se sugiere integrar metodologías mixtas que articulen el análisis cuantitativo de metadatos con la interpretación cualitativa del contenido, lo que permitiría una comprensión más integral de las dinámicas tecnológicas, sociales y organizacionales asociadas al vending automatizado.

Conclusiones

Las conclusiones permiten establecer que el estudio alcanza su objetivo al proporcionar una lectura integrada y crítica de las tendencias investigativas en tecnologías aplicadas a las máquinas de venta automatizadas. El análisis muestra que el campo ha evolucionado desde un enfoque técnico periférico hacia un espacio de articulación entre automatización, inteligencia artificial y procesos sociales de consumo. Las preguntas de investigación se abordan al evidenciar cómo la dinámica temporal de las publicaciones, la concentración de influencia científica, la distribución geográfica del conocimiento y la evolución temática configuran un campo en transformación, con avances acelerados y niveles desiguales de madurez conceptual. En conjunto, los resultados sustentan la necesidad de enfoques más coherentes y sistemáticos para orientar el desarrollo futuro del conocimiento científico.

El valor agregado del estudio radica en la integración sistemática de un campo de conocimiento caracterizado por su alta dispersión temática y fragmentación conceptual, proporcionando una visión estructurada de su evolución científica. A diferencia de estudios previos centrados en aplicaciones específicas o enfoques sectoriales, esta investigación ofrece una perspectiva global que articula dimensiones tecnológicas, sociales y aplicadas, permitiendo identificar patrones, tendencias emergentes y vacíos de investigación de manera integral.

Asimismo, el uso del análisis bibliométrico permite consolidar evidencia cuantificable sobre la dinámica del campo, aportando una base objetiva para la toma de decisiones en investigación, desarrollo tecnológico y formulación de políticas. En este sentido, el estudio no solo describe el estado del conocimiento, sino que contribuye a su organización, interpretación y proyección futura, fortaleciendo la coherencia y acumulación del conocimiento en torno a las tecnologías aplicadas a las máquinas de venta automatizadas.

Referencias

- Adam, M., Roethke, K., & Benlian, A. (2023). Human vs. automated sales agents: How and why customer responses shift across sales stages [Agentes de ventas humanos frente a agentes automatizados: cómo y por qué cambian las respuestas de los clientes en las distintas etapas del proceso de venta]. *Information Systems Research*, 34(3), 1148-1168. <https://doi.org/10.1287/isre.2022.1171>
- Alshurideh, M. T., Nuseir, M. T., Al Kurdi, B., Alzoubi, H. M., Hamadneh, S., & AlHamad, A. (2024). Automated sales management system empowered with artificial intelligence [Sistema automatizado de gestión de ventas potenciado con inteligencia artificial.]. In H. M. Alzoubi, M. Turki Alshurideh, & T. M. Ghazal (Eds.), *Cyber Security Impact on Digitalization and Business Intelligence: Big Cyber Security for Information Management: Opportunities and Challenges* (pp. 235-247). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31801-6_14
- Bermeo Giraldo, M. C., Ruiz Castañeda, W. L., & Villalba Morales, M. L. (2021, mayo-agosto). Producción científica sobre el proceso de transferencia de conocimiento y tecnología en universidades: un análisis bibliométrico. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (63), 277-311. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n63a11>
- Braham, M. J., Carter, J., O'Neil, D. P., Phillips, M., Miller, K., & Chaffee, K. (2026). Improving operational efficiency through automated dispensing cabinet analytics software [Mejora de la eficiencia operativa mediante software de análisis de gabinetes de dispensación automatizados]. *American Journal of Health-System Pharmacy*, Article zzag016. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zzag016>

- Butt, A. H., & Ahmad, H. (2025). AI-powered medical vending machines (MVMs) services: the future of retail health care in post-COVID era [Servicios de máquinas expendedoras médicas (MVM) con inteligencia artificial: el futuro de la atención médica minorista en la era post-COVID]. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-09-2024-0347>
- Cheng, M., Sheng, H., & Xiong, J. (2026, January). Research on state assessment method of automated fare collection equipment driven by multidimensional data [Investigación sobre el método de evaluación estatal de equipos automatizados de cobro de tarifas impulsado por datos multidimensionales]. In K. Liu, X. Xiao, & J. Yao (Eds.), *Ninth International Conference on Traffic Engineering and Transportation System (ICTETS 2025)* (Vol. 14011, pp. 351-357). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.3096407>
- Culbert, J. H., Hobert, A., Jahn, N., Haupka, N., Schmidt, M., Donner, P., & Mayr, P. (2025). Reference coverage analysis of OpenAlex compared to Web of Science and Scopus [Análisis de la cobertura de referencias de OpenAlex en comparación con Web of Science y Scopus]. *Scientometrics*, *130*(4), 2475-2492. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-025-05293-3>
- Diez-Junguito, D., & Peña-Cerezo, M. Á. (2026). BiblioMerge: A Python-based automated tool to merge WoS and Scopus bibliographic data, compatible with Biblioshiny, BibExcel, VOSviewer, SciMAT and ScientoPy [BiblioMerge: Una herramienta automatizada basada en Python para fusionar datos bibliográficos de WoS y Scopus, compatible con Biblioshiny, BibExcel, VOSviewer, SciMAT y ScientoPy]. *Journal of Informetrics*, *20*(1), Article 101770. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2026.101770>
- Evangeline, S. I. (2026). The Role of 5G and IoT in Expanding Self-Service Capabilities [El papel de la tecnología 5G y el IoT en la expansión de las capacidades de autoservicio]. In B. Verma, M. Schulze, T. Olubiyi, & K. Upreti, *Navigating the Self-Service Revolution With Smart Machines* (pp. 371-390). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-1295-8.ch013>
- Fakfare, P., Rittichainuwat, B., Manosuthi, N., & Wattanacharoensil, W. (2024). Customer service experience for a smart automated coffee vending machine [Experiencia de atención al cliente para una máquina expendedora de café inteligente y automatizada]. *International*

Journal of Retail & Distribution Management, 52(7/8), 786-800.
<https://doi.org/10.1108/IJRDM-02-2024-0063>

Girip, A., Calotă, R., Savaniu, I. M., Ilie, A., Ovadiuc, E., & Tonciu, O. (2025). Mathematical Modeling and Energy Consumption Evaluation of R-600a Refrigeration Systems for Vending Machines Using Efficient Heat Exchangers [Modelado matemático y evaluación del consumo energético de sistemas de refrigeración R-600a para máquinas expendedoras mediante intercambiadores de calor eficientes]. *Results in Engineering*, Article 105208. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105208>

Grech, A., & Allman-Farinelli, M. (2015). A systematic literature review of nutrition interventions in vending machines that encourage consumers to make healthier choices [Una revisión sistemática de la literatura sobre intervenciones nutricionales en máquinas expendedoras que fomentan que los consumidores tomen decisiones más saludables]. *Obesity reviews*, 16(12), 1030-1041. <https://doi.org/10.1111/obr.12311>

Gupta, A., Sinha, S., Raj, D., Agrawal, A. K., & Sagar, A. K. (2025, May). Smart Medicine Vending Machines Using Arduino: AA Comprehensive Analysis of Current Technologies and Future Directions [Máquinas expendedoras de medicamentos inteligentes con Arduino: un análisis exhaustivo de las tecnologías actuales y las perspectivas de futuro]. In *2025 International Conference on Networks and Cryptology (NETCRYPT)* (pp. 234-239). IEEE. <https://doi.org/10.1109/NETCRYPT65877.2025.11102311>

Henderson, H., Grace, K., Gulbransen-Diaz, N., Klaassens, B., Leong, T. W., & Tomitsch, M. (2024). From parking meters to vending machines: A study of usability issues in self-service technologies [De los parquímetros a las máquinas expendedoras: un estudio sobre los problemas de usabilidad en las tecnologías de autoservicio]. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 40(16), 4365-4379. <https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2212228>

Herrera, A., Conner, B., Beshirs, P., & Bluthenthal, R. (2026). Breaking barriers: evaluating access models for harm reduction vending machines [Rompiendo barreras: evaluación de modelos de acceso para máquinas expendedoras de reducción de daños]. *International Journal of Drug Policy*, 147, Article 105079. <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2025.105079>

- Hua, S. V., & Ickovics, J. R. (2016). Vending machines: a narrative review of factors influencing items purchased [Máquinas expendedoras: una revisión narrativa de los factores que influyen en los artículos comprados]. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(10), 1578-1588. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.06.378>
- Jairoun, A. A., Al-Hemyari, S. S., Shahwan, M., Alkhoujah, S., El-Dahiyat, F., Jaber, A. A. S., & Zyoud, S. E. H. (2024). Examining the evolution and impact of OTC vending machines in Global Healthcare Systems [Análisis de la evolución y el impacto de las máquinas expendedoras de medicamentos de venta libre en los sistemas de salud globales]. *Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy*, 16, Article 100540. <https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2024.100540>
- Jerez Moratal, M. (2025). *Proyecto de instalaciones de la industria FerroPont Café S.L., dedicada al tueste, envasado y almacenamiento de cafés y al mantenimiento de máquinas dispensadoras de café caliente, situada en Polígono Industrial Cotes Baixes Carrer C, 3, 03804 Alcoi, Alicante* [Trabajo final de grado de pregrado, Universitat Politècnica de València]. Repositorio digital institucional. <https://riunet.upv.es/handle/10251/224012>
- Jiménez-Navia, B., Villa-Enciso, E. M., & Bermúdez-Hernández, J. (2020, enero-abril). La gestión de la tecnología y la innovación en el sector defensa: resultados desde un análisis bibliométrico. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (59), 45-70. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n59a4>
- Karthiga, M., Rahayu, S. B., Suganya, E., Sankarananth, S., Sountharajan, S., & Venkatesan, K. (2024). Multimodal Fusion and Cutting-Edge AI-Based Smart Vending Machines for Electronic Component Management [Fusión multimodal y máquinas expendedoras inteligentes de vanguardia basadas en IA para la gestión de componentes electrónicos]. *IEEE Access* (Vol. 13, pp. 6029-6053). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3523774>
- Kros, J. F., Kirchoff, J. F., & Falasca, M. (2019). The impact of buyer-supplier relationship quality and information management on industrial vending machine benefits in the healthcare industry [El impacto de la calidad de la relación comprador-proveedor y la gestión de la información en los beneficios de las máquinas expendedoras industriales en el sector sanitario]. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(3), Article 100506. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2018.06.005>

- Li, J., Tang, F., Zhu, C., He, S., Zhang, S., & Su, Y. (2024). BP-YOLO: A Real-Time product detection and shopping behaviors recognition model for intelligent unmanned vending machine [BP-YOLO: Un modelo de detección de productos en tiempo real y reconocimiento de comportamientos de compra para máquinas expendedoras inteligentes no tripuladas]. In *IEEE Access* (Vol. 12, pp. 21038-21051). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3361675>
- Li, P., Xiong, F., Huang, X., & Wen, X. (2024). Construction and optimization of vending machine decision support system based on improved C4. 5 decision tree [Construcción y optimización de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para máquinas expendedoras basado en un árbol de decisiones C4.5 mejorado]. *Heliyon*, 10(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25024>
- Marinelli, L., Fiano, F., Gregori, G. L., & Daniele, L. M. (2021). Food purchasing behaviour at automatic vending machines: the role of planograms and shopping time [Comportamiento de compra de alimentos en máquinas expendedoras automáticas: el papel de los planogramas y el tiempo de compra]. *British Food Journal*, 123(5), 1821-1836. <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2020-0107>
- Martin, R., DaCunha, A., Bailey, A., Joseph, R., & Kane, K. (2025). Evaluating public health vending machine rollout and utilization in criminal-legal settings [Evaluación de la implementación y utilización de máquinas expendedoras de salud pública en entornos penales y jurídicos]. *Journal of Substance Use and Addiction Treatment*, 169, Article 209584. <https://doi.org/10.1016/j.josat.2024.209584>
- Matthews, M. A., & Horacek, T. M. (2015). Vending machine assessment methodology. A systematic review [Metodología de evaluación de máquinas expendedoras. Una revisión sistemática]. *Appetite*, 90, 176-186. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.03.007>
- McMillan, A. E., Wu, W. W., Nichols, P. L., Wanner, B. M., & Bode, J. W. (2022). A vending machine for drug-like molecules—automated synthesis of virtual screening hits [Una máquina expendedora de moléculas con propiedades farmacológicas: síntesis automatizada de compuestos prometedores en cribados virtuales]. *Chemical science*, 13(48), Article 14292. <https://doi.org/10.1039/d2sc05182f>

- Nelson, C. A., Hossain, S. G. M., Al-Okaily, A. A., & Ong, J. (2012). A novel vending machine for supplying root canal tools during surgery [Una novedosa máquina expendedora para suministrar instrumental para endodoncias durante la cirugía]. *Journal of medical engineering & technology*, 36(2), 102-116.
<https://doi.org/10.3109/03091902.2011.645944>
- Ong, H. L., Ang, B. W., Goh, T. N., & Deng, C. C. (1996). A model for vending machine services in the soft drink industry [Un modelo para los servicios de máquinas expendedoras en la industria de las bebidas refrescantes]. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 13(2), 209-224.
<https://www.proquest.com/openview/3a7b58235aba5df8fa672c611e5252bb/1?pq-origsite=gscholar&cbl=30752>
- Page, M., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. N., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ...Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews [La declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la presentación de informes de revisiones sistemáticas]. *BMJ*, 372(71).
<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Rajesh, K. S., Kalaiselvi, S., Sathyanathan, P., Sudha, K., Kavitha, G., & Murugan, S. (2024). Smart Vending Machines: Improving Service Quality with Integrated Controllers and SVM Algorithm [Máquinas expendedoras inteligentes: Mejora de la calidad del servicio con controladores integrados y algoritmo SVM.]. In *2024 6th International Conference on Energy, Power and Environment (ICEPE)* (pp. 1-6). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ICEPE63236.2024.10668878>
- Ratnasri, N., & Sharmilan, T. (2021). Vending machine technologies: A review article [Tecnologías de máquinas expendedoras: un artículo de revisión]. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 58(2), 160-166.
<https://www.gssrr.org/JournalOfBasicAndApplied/article/view/12579>
- Rife-Pennington, T., Douglas, M. P., Apana, N. K., Sinha, S., & Pennington, D. L. (2026). Evaluating the implementation and impact of harm reduction vending machines in veterans

- supportive housing settings: a mixed-methods study protocol [Evaluación de la implementación y el impacto de las máquinas expendedoras de reducción de daños en entornos de vivienda de apoyo para veteranos: un protocolo de estudio de métodos mixtos]. *Harm Reduction Journal*, 23(21). <https://doi.org/10.1186/s12954-025-01385-8>
- Roy, B., & Mukherjee, B. (2010, December). Design of a coffee vending machine using single electron devices:(an example of sequential circuit design) [Diseño de una máquina expendedora de café utilizando dispositivos de un solo electrón: (un ejemplo de diseño de circuitos secuenciales)]. In *2010 International Symposium on Electronic System Design* (pp. 38-43). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISED.2010.16>
- Ru, Y. (2026). Navigating New Frontiers in Construction Disputes: Strategically Adopting Smart Contracts and Technology Assisted Review [Navegando por las nuevas fronteras en las disputas de construcción: Adopción estratégica de contratos inteligentes y revisión asistida por tecnología]. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 18(2), Article 06525007. <https://doi.org/10.1061/JLADAH.LADR-1304>
- Russell, E., Johnson, J., Kosinski, Z., Kaplan, C., Barnes, N., Allen, A., & Haroz, E. (2023). A scoping review of implementation considerations for harm reduction vending machines [Revisión exploratoria de las consideraciones de implementación para máquinas expendedoras de reducción de daños]. *Harm Reduction Journal*, 20(33). <https://doi.org/10.1186/s12954-023-00765-2>
- Sardar, V. M., Sardar, S. V., Sardar, S. V., & Jadhav, M. L. (2026). The changing face of engineering laboratories for outcome-based education (OBE): A case study of a learning experience in PLCs and automation laboratories [La transformación de los laboratorios de ingeniería para la educación basada en resultados (OBE): un estudio de caso de una experiencia de aprendizaje en laboratorios de PLC y automatización]. *Journal of Engineering Education Transformations*, 39(3), 15-32. <https://doi.org/10.16920/jeet/2026/v39i3/26078>
- Sibanda, V., Munetsi, L., Mpofu, K., Murena, E., & Trimble, J. (2020). Design of a high-tech vending machine [Diseño de una máquina expendedora de alta tecnología]. *Procedia CIRP*, 91, 678-683. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.133>

- Silva Duarte, O. I. (2025). *Variables que influyen en la decisión de compra de alimentos en máquinas dispensadoras en la ciudad de Bogotá Revisión sistemática de literatura* [Trabajo de grado de maestría, Politécnico Grancolombiano]. <http://hdl.handle.net/10823/7896>
- Solano, A., Duro, N., Dormido, R., & González, P. (2017). Smart vending machines in the era of internet of things [Máquinas expendedoras inteligentes en la era del internet de las cosas]. *Future Generation Computer Systems*, 76, 215-220. <https://doi.org/10.1016/j.future.2016.10.029>
- Suarez-Balcazar, Y., Redmond, L., Kouba, J., Hellwig, M., Davis, R., Martinez, L. I., & Jones, L. (2007). Introducing systems change in the schools: the case of school luncheons and vending machines [Introducción de cambios sistémicos en las escuelas: el caso de los comedores escolares y las máquinas expendedoras]. *American Journal of Community Psychology*, 39(3-4), 335-345. <https://doi.org/10.1007/s10464-007-9102-7>
- Venti, C. A., Votruba, S. B., Franks, P. W., Krakoff, J., & Salbe, A. D. (2010). Reproducibility of ad libitum energy intake with the use of a computerized vending machine system123 [Reproducibilidad de la ingesta energética ad libitum mediante el uso de un sistema de máquina expendedora computarizada123]. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 91(2), 343-348. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28315>
- Walk, J., Hirt, R., Köhl, N., & Herslöv, E. R. (2020, January). Half-empty or half-full? A hybrid approach to predict recycling behavior of consumers to increase reverse vending machine uptime [¿Medio vacío o medio lleno? Un enfoque híbrido para predecir el comportamiento de reciclaje de los consumidores y aumentar el tiempo de actividad de las máquinas expendedoras inversas]. In *International Conference on Exploring Services Science* (pp. 107-120). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38724-2_8
- Wijaya, I. G. N. A. P., Sudiarsa, I. W., Putra, I. G. M. A., Putra, I. K. Y., & Nuer, A. N. (2026). Analisis perilaku konsumen dan prediksi produk terlaris pada bisnis vending machine menggunakan algoritma decision tree [Análisis de los riesgos del consumo y de los productos predikisi de la máquina expendedora de bisnis según el algoritmo del árbol de decisión]. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 4(1). <https://doi.org/10.62281/61as3004>

- Wiyanti, D. T., & Alim, M. N. (2020, June). Automated vending machine with IoT infrastructure for smart factory application [Máquina expendedora automatizada con infraestructura IoT para aplicaciones de fábrica inteligente]. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3), Article 032038. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032038>
- Xu, J., Chen, Z., & Fu, W. (2023). Research on product detection and recognition methods for intelligent vending machines [Investigación sobre métodos de detección y reconocimiento de productos para máquinas expendedoras inteligentes]. *Frontiers in Neuroscience*, 17, Article 1288908. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1288908>
- Zhang, A., Carrillo, M., Liu, R., Ballard, S. E., Reedy-Cooper, A., & Zgierska, A. E. (2025). Vending machines for reducing harm associated with substance use and use disorders, and co-occurring conditions: a systematic review [Máquinas expendedoras para reducir los daños asociados al consumo de sustancias y los trastornos por consumo, y las afecciones concurrentes: una revisión sistemática]. *Harm Reduction Journal*, 22(89). <https://doi.org/10.1186/s12954-025-01236-6>
- Zhang, H., Li, D., Ji, Y., Zhou, H., Wu, W., & Liu, K. (2019). Toward new retail: A benchmark dataset for smart unmanned vending machines [Hacia un nuevo comercio minorista: un conjunto de datos de referencia para máquinas expendedoras inteligentes no tripuladas]. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 16(12), 7722-7731. <https://doi.org/10.1109/TII.2019.2954956>
- Zhang, H., Ouyang, C., Zuo, D., Zhou, H., Li, G., Huang, Z., & Yang, K. (2023). Uvm++: A large-scale benchmark for beverage recognition in intelligent vending machine [Uvm++: Un benchmark a gran escala para el reconocimiento de bebidas en máquinas expendedoras inteligentes]. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 70(1), 249-262. <https://doi.org/10.1109/TCE.2023.3323561>