

Transformación digital en el *retail*: una revisión de las tensiones de gestión en el supermercado inteligente (2020-2025)

Digital Transformation in Retail: An Examination of Management Challenges in the Smart Supermarket (2020–2025)

Luis Enrique Cepeda Cavero
Facultad de Ingeniería, Universidad de Lima, Perú
20160331@aloe.ulima.edu.pe
<https://orcid.org/0009-0001-6408-8887>

María Paula Véliz Soto
Facultad de Ingeniería, Universidad de Lima, Perú
20141437@aloe.ulima.edu.pe
<https://orcid.org/0009-0004-9043-0211>

Fecha de recepción: 4 de diciembre de 2025

Fecha de aceptación: 8 de abril de 2026

Fecha de publicación: 25 de mayo de 2026

La transformación digital del comercio minorista es uno de los procesos de cambio organizacional más acelerados de la economía actual. Sin embargo, la literatura de gestión sobre este fenómeno sigue fragmentada, pues los estudios analizan por separado la eficiencia operativa, la experiencia del cliente y la gobernanza de tecnologías emergentes. Para cerrar esta brecha, se realizó una revisión sistemática de literatura con síntesis narrativa que examinó 41 estudios publicados, en cinco bases de datos académicas, entre 2020 y 2025. El análisis identifica tres tensiones de gestión centrales: una brecha entre la madurez técnica de los sistemas de inteligencia artificial (IA) y las capacidades organizacionales del retailer para operarlos de forma sostenida; una paradoja de la personalización, donde los sistemas de recomendación algorítmica mejoran la experiencia del cliente, pero erosionan su autonomía y generan riesgos regulatorios; y una exclusión digital que reproduce desigualdades de acceso entre los consumidores. La aportación teórica es un marco integrador que sitúa al supermercado inteligente como contexto privilegiado para estudiar las tensiones no resueltas de la transformación digital en los servicios de consumo.

Palabras clave: inteligencia artificial, supermercados inteligentes, retail automatizado, aprendizaje automático

The digital transformation of retail is one of the fastest organizational change processes in today's economy. However, management literature on this phenomenon remains fragmented, as studies analyze operational efficiency, customer experience, and the governance of emerging technologies separately. To address this gap, a systematic literature review with narrative synthesis was conducted, examining 41 studies published in five academic databases between 2020 and 2025. The analysis highlights three central management tensions: a gap between the technical maturity of AI systems and retailers' organizational capabilities to operate them sustainably; a personalization paradox, in which algorithmic recommendation systems enhance customer experience but undermine autonomy and create regulatory risks; and digital exclusion that reproduces access inequalities among consumers. The theoretical contribution is an integrative framework that positions the smart supermarket as a privileged context to study the unresolved tensions of digital transformation in consumer services.

Keywords: artificial intelligence, smart supermarkets, automated retail, machine learning

1. Introducción

1.1. Contextualización y problemática

El *retail* minorista atraviesa una transformación digital en su estructura. La literatura define este término como el uso de tecnologías digitales para cambiar el modelo de negocio y crear nuevas fuentes de ingresos y valor (Matt *et al.*, 2015). En el *retail*, este proceso adopta una forma concreta: la convergencia entre la visión por computadora, el internet de las cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA) genera el supermercado inteligente, donde procesos críticos como el reconocimiento de productos, la gestión de inventarios y los sistemas de pago son ejecutados por sistemas algorítmicos (Hou & Huang, 2025).

Este fenómeno no es periférico ni experimental. Proyectos como Amazon Go y Alibaba Hema demuestran la viabilidad global de la automatización minorista y han impulsado su difusión hacia *retailers* más pequeños (Hoyer *et al.*, 2020). La literatura identifica beneficios operativos concretos: reducción de tiempos de espera, mayor precisión en la gestión del inventario y personalización de la experiencia de compra (Grewal *et al.*, 2017; Hoyer *et al.*, 2020). No obstante, también señala que la transformación digital produce tensiones organizacionales que los modelos tradicionales de adopción no logran explicar completamente (Verhoef *et al.*, 2021).

La primera tensión es entre la inversión tecnológica y la capacidad organizacional para sostenerla. La literatura señala que las organizaciones sobreestiman la capacidad de la tecnología para generar valor y subestiman los cambios en competencias, procesos y cultura necesarios para explotarla (Matt *et al.*, 2015; Teece, 2018).

La segunda tensión se da entre la personalización de la experiencia y la gobernanza de datos. Los sistemas de recomendación de productos, segmentación y fijación de precios dinámicos ajustan la oferta al historial del consumidor (Hoyer *et al.*, 2020), pero Pappas *et al.* (2018) muestran que, en un análisis de iniciativas de *big data* en *retail*, los *retailers* que gestionan la tensión entre personalización y privacidad consiguen mejores resultados de confianza del consumidor que los que priorizan la personalización sin marcos de gobernanza.

La tercera tensión enfrenta la promesa de democratizar el acceso a servicios de mayor calidad con el riesgo de excluir a consumidores menos digitalizados. Canhoto y Clear (2020) demuestran que la automatización mejora la experiencia de los usuarios con alta autoeficacia tecnológica, pero también ocasiona frustración y abandono en aquellos usuarios con menor competencia digital, como los adultos mayores. La literatura no analiza de forma integrada estas tres tensiones; esta fragmentación es el problema central de esta revisión sistemática.

1.2. Marco teórico

Esta revisión adopta como marco integrador la perspectiva de transformación digital organizacional (Vial, 2019; Matt *et al.*, 2015), que describe cómo las organizaciones usan tecnologías digitales para provocar cambios disruptivos en estrategia, estructura, procesos

y cultura. Para operacionalizar este marco en el *retail* inteligente, se articulan tres corrientes de las ciencias de la gestión.

1.2.1. Capacidades dinámicas y transformación digital

La perspectiva de capacidades dinámicas (Teece, 2018) es el marco canónico para analizar cómo las organizaciones crean y sostienen ventaja competitiva en entornos de cambio tecnológico acelerado. Bharadwaj (2000) muestra que las empresas con alta capacidad de TI obtienen mayores rendimientos no por una mejor tecnología, sino por mejores capacidades organizacionales para explotarla.

1.2.2. Gestión de la experiencia del cliente en la transformación

Lemon y Verhoef (2016) definen la experiencia del cliente como la respuesta cognitiva, emocional, conductual, sensorial y social a las interacciones a lo largo de la trayectoria de compra. La transformación digital reconfigura esta trayectoria en el supermercado inteligente.

Wirtz *et al.* (2018) proponen una clasificación de funciones de servicio según su capacidad de automatización: las tareas físico-mecánicas y cognitivo-rutinarias son altamente automatizables, mientras que las tareas relacionales y cognitivo-creativas presentan barreras. La automatización mejora la eficiencia transaccional, pero no sustituye la dimensión relacional sin afectar la experiencia del cliente. Canhoto y Clear (2020) evidencian que la satisfacción con el servicio automatizado depende de la percepción de control, la confianza en el sistema y la disponibilidad de asistencia humana.

1.2.3. Gobernanza de tecnologías emergentes

La gobernanza de tecnologías emergentes, orientada a su uso responsable, es un campo en la intersección entre la gestión estratégica, el derecho y la ética (Mittelstadt *et al.*, 2016). Mäntymäki *et al.* (2022) proponen un marco con cuatro dimensiones: estrategia de IA, ética de la IA (equidad, transparencia, responsabilidad), riesgo de la IA y cultura organizacional de IA.

Este enfoque supera los abordajes puramente técnicos al integrar estrategia y ética. Saetra (2020) señala que la IA desplaza parte de la responsabilidad ética hacia los artefactos tecnológicos, creando una brecha de responsabilidad: cuando un algoritmo discrimina o causa daño, la responsabilidad que recae en diseñadores, operadores y usuarios resulta opaca. Para los retailers, adoptar IA sin gobernanza implica riesgos regulatorios y de confianza frente a los clientes.

1.3. Estado del arte

La literatura de gestión sobre IA en retail se desarrolla en tres líneas paralelas con escasa integración: estudios técnicos centrados en el rendimiento y la precisión algorítmica (Hou & Huang, 2025; Liu, 2024; Shrinidhi *et al.*, 2025), sin considerar prácticas organizacionales

ni efectos en los usuarios; estudios de experiencia del cliente enfocados en la adopción y la satisfacción; y una línea emergente de ética y gobernanza que destaca riesgos de privacidad y opacidad algorítmica (Wang *et al.*, 2024).

Las revisiones clave sobre el retail digital (Grewal *et al.*, 2017; Hoyer *et al.*, 2020; Verhoef *et al.*, 2021) señalan la necesidad de marcos integrados, pero no los desarrollan mediante una revisión sistemática con foco en el supermercado inteligente. Además, no contemplan los avances más recientes en gestión estratégica y ética organizacional (Mäntymäki *et al.*, 2022; Wirtz *et al.*, 2018; Huang & Rust, 2018).

Esta segmentación entre lo técnico, lo experiencial y lo ético impide comprender el fenómeno central: cómo las decisiones tecnológicas causan efectos simultáneos en el desempeño operativo, la experiencia del cliente y los riesgos de gobernanza. La literatura describe estas dimensiones por separado, sin una visión integrada de las tensiones en la implementación real.

Ante esto, este trabajo propone una revisión sistemática que articula las tres perspectivas, relevante tanto en el plano académico, por superar la fragmentación, como en el práctico, por orientar la adopción responsable de IA. A diferencia de revisiones previas, este trabajo integra dimensiones técnicas, experienciales y éticas en el contexto del supermercado inteligente, e incluye el periodo 2020-2025, cuando estas tecnologías pasan de lo experimental a implementaciones reales, lo que permite analizar tensiones antes no observables.

Las tres preguntas de investigación se derivan directamente de las tensiones de gestión identificadas y son interdependientes: la respuesta a PI1 condiciona los efectos de PI2, y ambas condicionan los riesgos de PI3. El artículo se organiza así: la sección 2 describe el protocolo metodológico; la sección 3 presenta los hallazgos en tres dimensiones (operativa, experiencial y ético-normativa).

2. Metodología

El método de investigación es la revisión sistemática de literatura según el protocolo de Kitchenham y Charters (2007), con síntesis narrativa (Popay *et al.*, 2006). Esta elección responde a la diversidad del corpus, que combina estudios empíricos cuantitativos, propuestas de sistemas y análisis conceptuales, lo cual impide una síntesis estadística, pero permite una síntesis interpretativa rigurosa guiada por las preguntas de investigación. El protocolo se definió a priori y dos investigadores, de forma independiente, tomaron las decisiones de búsqueda, selección y análisis ($k = 0.76$, acuerdo sustancial), y recurrieron a un tercer revisor para resolver discrepancias.

2.1. Definición de preguntas de investigación

Las tres preguntas de investigación planteadas orientaron todas las decisiones del protocolo de búsqueda, selección y síntesis. Cada pregunta conecta los ejes operativos, experienciales y éticos del fenómeno de acuerdo con el marco sociotécnico adoptado (véase Tabla 1).

Tabla 1. Preguntas de investigación

ID	Preguntas
PI1	¿Qué soluciones basadas en IA se están implementando en supermercados inteligentes y en qué medida las capacidades organizacionales de los <i>retailers</i> son suficientes para operarlas de forma sostenida?
PI2	¿De qué manera la implementación de esas soluciones reconfigura la experiencia de compra, y para qué perfiles de consumidor se generan beneficios o exclusiones diferenciales?
PI3	¿Qué implicaciones éticas y regulatorias se derivan de los efectos identificados en las dimensiones operativa y experiencial, y qué capacidad tienen los marcos de gobernanza existentes para gestionarlas?

Fuente: elaboración propia.

2..2. Definición de fuentes de datos

Se eligieron cinco repositorios por su relevancia temática, cobertura interdisciplinaria y presencia en índices internacionales (véase Tabla 2). SpringerLink se incluyó aparte de Scopus, ya que este último no desglosa de forma sistemática los capítulos individuales de colecciones, lo que limita su recuperabilidad por palabras clave. También se incluyeron Web of Science, IEEE Xplore y ACM por su liderazgo en sistemas inteligentes, interacción humano-computadora y ética computacional.

Tabla 2. Fuentes de datos

Repositorio	Contenido
IEEE Xplore	Publicaciones sobre logística inteligente, sistemas algorítmicos en retail y visión computacional
Web of Science	Artículos científicos revisados por pares con cobertura multidisciplinaria
ACM Digital Library	Investigaciones acerca del diseño ético de algoritmos, interacción entre humanos y computadoras, así como la personalización digital.
SpringerLink	Capítulos de libros y artículos sobre transformación digital, experiencia del consumidor e IA explicable en retail
Scopus	Artículos interdisciplinarios acerca de la economía del consumo, la tecnología y la ética

Fuente: elaboración propia.

2.3. Establecimiento de cadenas de búsqueda

Se crearon cadenas de búsqueda en español e inglés usando operadores booleanos (AND, OR) para combinar términos clave sobre inteligencia artificial y comercio minorista inteligente. Las pruebas piloto en Scopus validaron estas cadenas, asegurando la recuperación de estudios relevantes.

La validación se realizó en dos etapas: primero, búsquedas preliminares en Scopus con distintas combinaciones de términos para obtener resultados relevantes; segundo, comprobación de que se recuperaran artículos reconocidos, confirmando la sensibilidad de las cadenas. Los sinónimos se usaron porque (1) reflejan la terminología de la literatura del campo, (2) recogen variaciones lingüísticas como “AI” frente a “inteligencia artificial” y (3) combinan términos generales y especializados, asegurando cobertura de estudios teóricos y aplicados.

Estructura lógica aplicada

En español:

((TÍTULO OR RESUMEN OR PALABRAS CLAVE): (“aprendizaje automático” OR “inteligencia artificial” OR “IA”)) AND ((TÍTULO OR RESUMEN OR PALABRAS CLAVE): (“supermercado inteligente” OR “tienda automatizada”))

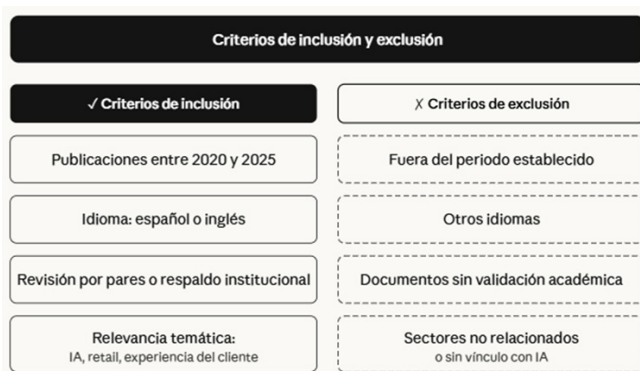
En inglés:

((TITLE OR ABSTRACT OR KEYWORDS): (“machine learning” OR “artificial intelligence” OR “AI”)) AND ((TITLE OR ABSTRACT OR KEYWORDS): (“smart supermarket” OR “automated store”))

2.4. Ejecución de consultas

Para determinar el corpus analítico, se establecieron criterios de inclusión y exclusión con el objetivo de identificar investigaciones pertinentes que traten las preguntas de investigación propuestas (véase Figura 1). Estas reglas se aplicaron durante las búsquedas en los repositorios seleccionados, usando las cadenas definidas en ambas lenguas (inglés y español).

Figura 1. Criterios de inclusión y exclusión



Fuente: elaboración propia.

El periodo 2020-2025 se considera crítico por tres razones: antes de 2020, la literatura específica sobre IA en supermercados inteligentes es escasa; dicho año marca la maduración tecnológica asociada a la entrada en vigor de marcos regulatorios de protección de datos, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR; aplicable desde 2018) y la California Consumer Privacy Act (CCPA; vigente desde 2020). En este contexto, las organizaciones comienzan a implementar IA en entornos reales, lo que genera evidencia empírica. Además, la pandemia de la COVID-19 impulsó la automatización en *retail*, hecho que convirtió este periodo en una ventana clave para estudiar el fenómeno.

2.5. Proceso de selección de estudios

La transparencia y replicabilidad del proceso de selección son fundamentales para una

revisión sistemática válida. Se definieron parámetros explícitos para asegurar el rigor metodológico y la validez del corpus.

Validez interna: se garantizó mediante 1) la aplicación sistemática de criterios de inclusión y exclusión a todos los estudios; y 2) la revisión cruzada por dos investigadores independientes, con resolución por consenso y un tercer evaluador para discrepancias.

Validez externa: se sustentó en 1) cinco bases de datos multidisciplinarias con cobertura en IA, *retail* inteligente e interacción humano-computadora; 2) estudios en inglés y español; y 3) el periodo 2020-2025, que captura la implementación real de estas tecnologías y el debate ético emergente.

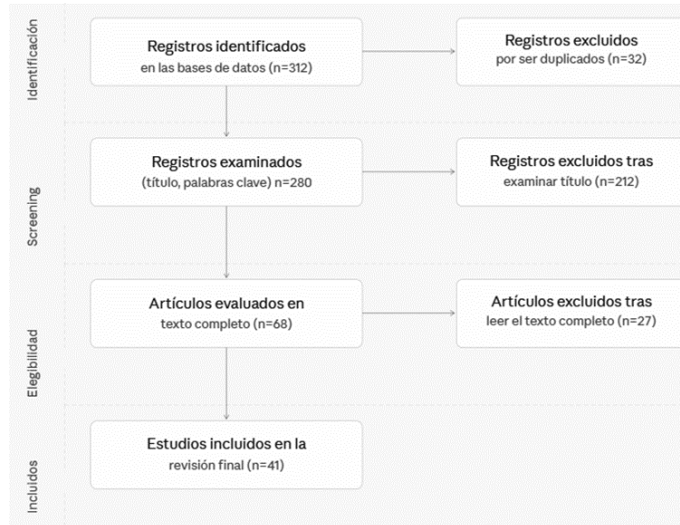
Se definió un proceso de selección en cinco fases para garantizar pertinencia, calidad y relevancia, en el que cada fase actúa como filtro del corpus inicial.

Las etapas del procedimiento de selección son las siguientes:

- **Fase 1: búsqueda inicial.** Búsqueda de cadenas en los cinco repositorios por título, resumen y palabras clave. Primeros resultados: IEEE Xplore (n = 89), ACM Digital Library (n = 39), SpringerLink (n = 63), Scopus (n = 33), Web of Science (n = 88). Total inicial: 312 registros.
- **Fase 2: borrado de duplicados.** Se identificaron y eliminaron 32 registros duplicados (presentes en más de una base de datos). Registros después de la deduplicación: 280.
- **Fase 3: selección por título, palabras clave y resumen.** Los dos investigadores evaluaron de forma independiente la relevancia de cada registro. Se descartaron 162 registros por no tratar directamente sobre IA/ML en supermercados inteligentes. Registros para lectura parcial: 118. Acuerdo entre revisores: $k = 0.76$ (acuerdo sustancial). Discrepancias (n = 32) resueltas mediante consenso deliberativo.
- **Fase 4: lectura parcial (introducción, metodología, resultados y conclusión).** Se examinó la idoneidad de los registros respecto de las preguntas de investigación y del cumplimiento de criterios mínimos de calidad metodológica predefinidos. Se excluyeron 50 registros por las siguientes razones: a) rol secundario de la IA en el estudio (n = 18): trabajos en los que se empleaba la IA únicamente como herramienta auxiliar y no era el foco principal de la investigación; b) falta de resultados empíricos o de contribución conceptual sustantiva (n = 14): estudios sin validación, experimentación o desarrollo metodológico de importancia; c) falta de especificidad en el contexto de supermercados (n = 18): estudios centrados en *retail* general sin aplicación explícita al ámbito de los supermercados. Consecuentemente, se seleccionaron para lectura completa 68 registros.
- **Fase 5: lectura completa y selección final.** Se realizó un análisis detallado de los 68 estudios preseleccionados, aplicando criterios predefinidos de calidad y relevancia. Por ello, se descartaron 27 registros por las siguientes razones: a) redundancia temática con estudios de mejor calidad (n = 8): se priorizaron aquellos con mayor validación empírica, detalle metodológico y solidez en la investigación; b) desarrollo metodológico insuficiente (n = 10): estudios que no informaban adecuadamente sobre datos, métricas, diseño experimental

y validación; c) desalineación con el enfoque aplicado del estudio (n = 9): trabajos que se enfocaban exclusivamente en la optimización técnica sin vinculación con variables de gestión, operación y experiencia del cliente. Este proceso permitió obtener un corpus de 41 estudios (véase Figura 2).

Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA



Fuente: elaboración propia.

La calidad metodológica se evaluó en la Fase 5 (lectura completa) según criterios adaptados de Kitchenham y Charters (2007), considerando: 1) claridad del objetivo o pregunta de investigación; 2) adecuación del método; y 3) solidez de resultados y conclusiones. Cada criterio se calificó en tres niveles (Cumple / Cumple parcialmente / No cumple). Se excluyeron estudios que no alcanzaron el mínimo en al menos dos dimensiones, lo cual explica parte de los 27 descartes. La ausencia de preregistro público constituye una limitación.

Para los 41 estudios seleccionados se aplicó la síntesis narrativa (Popay *et al.*, 2006), adecuada para revisiones que integran estudios heterogéneos, como el presente corpus, que combina trabajos empíricos, propuestas de sistemas y análisis conceptuales. El proceso tuvo tres etapas: primero, cada estudio se leyó completo y los hallazgos se registraron en una tabla estructurada con columnas para cada pregunta de investigación (PI1, PI2, PI3), tipo de tecnología, contexto de implementación y riesgos o limitaciones.

Posteriormente, se compararon los 41 registros para identificar convergencias, divergencias y contradicciones sobre conceptos clave como eficiencia operativa, personalización de la experiencia, inclusión digital y desafíos de gobernanza algorítmica. En la tercera etapa, los hallazgos comparados se sintetizaron en patrones temáticos, que estructuran los resultados de la sección 3 y fundamentan los patrones emergentes de la sección 4.

3. Resultados

Los resultados se presentan según las tres preguntas de investigación e integran los 41 estudios del corpus, según el protocolo de revisión sistemática mediante síntesis narrativa, lo que permite identificar convergencias, tensiones y contradicciones. La distribución anual evidencia un pico en 2024-2025, lo que confirma la consolidación de la IA en el *retail* digital.

La adopción de IA y dispositivos conectados que automatizan procesos, optimizan la experiencia del cliente y generan nuevos retos éticos está impulsando la transformación digital en supermercados inteligentes. Se examinan tres dimensiones clave según la literatura, y la discusión se estructura en torno a las preguntas de investigación y los hallazgos más significativos de los 41 estudios.

PI1. ¿Qué soluciones basadas en IA se están implementando en supermercados inteligentes y en qué medida las capacidades organizacionales de los *retailers* son suficientes para operarlas de forma sostenida?

La literatura define cuatro áreas de impacto de la IA en los procesos centrales del supermercado inteligente. Primero, la identificación automática de productos, con modelos de visión artificial técnicamente maduros (Zhu *et al.*, 2025; Ratha *et al.*, 2025). No obstante, Liu (2024) señala que el rendimiento en laboratorio no siempre se corresponde con el desempeño real en tienda, debido a la variabilidad en el surtido, empaques dañados y cambios frecuentes en la presentación.

El segundo ámbito corresponde a los sistemas de pago sin efectivo y de carritos inteligentes, que emplean sensores, cámaras e IoT para automatizar la facturación (Raju *et al.*, 2024; Basheer *et al.*, 2022; Shrinidhi *et al.*, 2025). Si bien proveen valor operativo, su implementación demanda infraestructura de datos sólida y personal técnico especializado, lo cual representa un desafío para los *retailers* tradicionales (Narayanan, 2020), incluso cuando los sistemas demuestran alta precisión en laboratorio, como señalan Farahani *et al.* (2024). Esto evidencia la necesidad de validar su desempeño bajo condiciones reales.

El tercer campo es la gestión inteligente de inventarios y de la cadena de suministro. Los algoritmos de aprendizaje automático mejoran la predicción de la demanda (Kumar *et al.*, 2024), y la combinación de la optimización de precios y reposición aumenta la rentabilidad hasta un 13 % en productos perecederos (Li *et al.*, 2024). Albayrak *et al.* (2023) señalan que estos beneficios dependen de tener datos de calidad y capacidades analíticas internas, lo que refuerza la necesidad de supervisión activa y gestión predictiva de los datos generados en tiempo real (Wijethunga *et al.*, 2024).

El cuarto ámbito es la analítica comercial y estratégica, desde la predicción de visitas y la segmentación hasta la localización de nuevas tiendas (Ou *et al.*, 2025; Jahan & Sanam, 2024; Hauser *et al.*, 2021). Rao y Zhang (2021) señalan que la capacidad de cambiar los modelos analíticos en tiempo real, tal y como hizo Instacart durante la pandemia, fue crucial para mantener la confianza del cliente.

La literatura señala una tensión estructural: para implementar de forma sostenible estas tecnologías se requiere madurez digital, es decir, que la empresa esté preparada para emplear tecnología de forma eficaz, madurez que la mayoría de los minoristas aún

no tienen. Rodrigues *et al.* (2024) hablan de la sobrecarga de tecnología por integración de sistemas heterogéneos, mientras que Batz *et al.* (2025) y Gutierrez *et al.* (2025) destacan los riesgos por capacidades analíticas insuficientes de las empresas. Los dispositivos de IoT tienen una interoperabilidad limitada, lo que añade otra barrera más (Ala *et al.*, 2024).

Por lo tanto, la inversión en IA no debe medirse solo por el rendimiento técnico, sino también por la capacidad de la organización para hacerla funcionar, lo que incluye la reorganización de los procesos, la capacitación y el manejo del cambio (Zhou *et al.*, 2022). Si se hace caso omiso de esta dimensión, no solo estaremos desaprovechando un valor real de la transformación digital, sino que también estaremos ocasionando importantes riesgos organizacionales.

PI2. ¿De qué manera la implementación de esas soluciones reconfigura la experiencia de compra, y para qué perfiles de consumidor se generan beneficios o exclusiones diferenciales?

En primer lugar, la IA reduce los puntos de fricción en la compra, al automatizar tareas rutinarias. Los sistemas de *auto-checkout* permiten evitar las colas (Zhu *et al.*, 2025; Shrinidhi *et al.*, 2025), los algoritmos de optimización reducen el tiempo de permanencia en tienda (Abella *et al.*, 2024) y el monitoreo inteligente de góndolas evita que se produzcan rupturas de stock (Muñoz *et al.*, 2024; AlQahtani *et al.*, 2025). Los beneficios son medibles, aunque no universales: gran parte de los clientes prefiere cajas con personal, sobre todo en compras grandes o ante problemas técnicos (Rodrigues *et al.*, 2024). La fluidez depende de la tecnología, pero también de las competencias digitales, las preferencias y el contexto del usuario. Rao y Zhang (2021) demuestran que la experiencia sostenida de Instacart durante la pandemia se debe más a la capacidad organizacional para reajustar modelos que a la tecnología en sí.

En segundo lugar, la personalización es el valor más evidente de la IA para la experiencia del cliente. Los sistemas de recomendación y segmentación personalizan la oferta a las preferencias individuales (Shrivastava & Dubey, 2025; Wang *et al.*, 2024; Chen *et al.*, 2021) y los modelos de *deep learning* descubren patrones que los tradicionales no pueden detectar (Nguyen, 2021). Los vehículos inteligentes basados en IoT permiten conocer los productos y aumentar la variedad de los productos elegidos sin que se eleve el gasto total (Ala *et al.*, 2024).

Pero esta personalización puede poner en riesgo la autonomía de los consumidores. Se mencionan tres mecanismos: la influencia algorítmica, que puede priorizar productos que maximizan el margen del *retailer* (Hermann, 2022); la asimetría informacional, en la que el consumidor desconoce la lógica del sistema (Coeckelbergh, 2023); y la creación discriminatoria de perfiles de clientes, que desvía la atención hacia los segmentos con más datos o valor económico (Mahala *et al.*, 2024; Stylianou & Pantelidou, 2025). La personalización es, pues, un vector de valor y de riesgo que necesita una gestión activa.

En tercer lugar, la distribución diferencial de los beneficios refleja la exclusión digital de personas que no pueden utilizar tecnología. Los supermercados inteligentes dan por supuesto un usuario con alfabetización digital, con dispositivos y medios de pago electrónicos, lo que amplifica las desigualdades. Momanyi *et al.* (2025) comprueban que

la ausencia de marcos regulatorios puede dejar expuestos a los grupos vulnerables, y Narayanan (2020) muestra que la falta de habilidades o confianza en tecnología hace que algunos consumidores eviten estos comercios. El diseño inclusivo es posible, como lo han demostrado Tsai *et al.* (2021) y Chen *et al.* (2024) en contextos virtuales, pero esa posibilidad es la excepción a la regla. Ignorar estos segmentos no solo es éticamente problemático, sino que, además, es estratégicamente subóptimo porque constituyen una fracción relevante de la demanda.

PI3. ¿Qué implicaciones éticas y regulatorias se derivan de los efectos identificados en las dimensiones operativa y experiencial, y qué capacidad tienen los marcos de gobernanza existentes para gestionarlas?

El uso de tecnologías de reconocimiento facial y análisis de comportamiento en los supermercados plantea riesgos de privacidad que las leyes actuales no resuelven por completo. Los supermercados sin personal están recopilando datos de comportamiento continuamente y, en muchos casos, los clientes ni siquiera son totalmente conscientes de ello (Wang *et al.*, 2024). Estos riesgos se ven agravados por los sistemas de reconocimiento facial, ya que los datos biométricos son irreversibles y su uso indebido puede tener consecuencias permanentes (Raju *et al.*, 2024).

Esto abre interrogantes sobre el nivel de consentimiento necesario o sobre cómo ejercer el derecho a la explicación cuando los modelos son opacos. Los dispositivos de IoT necesitan una apertura activa en el uso de datos y una adaptación continua a la legislación, lo que exige distinguir la ciberseguridad de la gobernanza organizacional (Ala *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2020).

La literatura identifica tres tendencias emergentes en la gobernanza algorítmica, sin que ninguna de ellas haya propiciado un marco integrado. La primera es la privacidad desde el diseño, que incluye las medidas de protección desde la fase de desarrollo, aunque su aplicación en el *retail* aún es limitada (Shrinidhi *et al.*, 2025; Saengsikhiao *et al.*, 2024).

La segunda es la explicabilidad de los algoritmos; es decir, los modelos deben ser precisos e interpretables para que puedan ser supervisados y ajustados en función de los criterios organizacionales y regulatorios (Liu, 2024; Hou & Huang, 2025; Batz *et al.*, 2025). En tercer lugar, se trata de la auditoría de impacto algorítmico, que busca evaluar los efectos de los sistemas algorítmicos en el empleo, la equidad y la privacidad, sobre la base de que la automatización es una decisión organizacional con consecuencias redistributivas (Rodrigues *et al.*, 2024).

Sin embargo, estas directrices no cuentan con un marco específico e integrado para el *retail* inteligente. Los marcos actuales no integran métricas de privacidad, transparencia y equidad con indicadores operativos (Stylianou & Pantelidou, 2025), además de que existe asimetría regulatoria: las herramientas utilizadas en auditorías públicas no están reguladas cuando son aplicadas por actores privados (Forteza *et al.*, 2025; Momanyi *et al.*, 2025; AlQahtani *et al.*, 2025). La literatura señala una falta de alineamiento estructural entre la innovación tecnológica y la adaptación regulatoria, que se manifiesta como brecha normativa y brecha organizacional. La primera es que los modelos de IA se desarrollan más rápido que sus normas y se utilizan sin una responsabilidad clara (Batz *et al.*, 2025).

La segunda señala que el cumplimiento de la normativa conlleva más complejidad y más costes, pero quienes invierten en gobernanza reducen riesgos y generan confianza, lo que constituye una ventaja competitiva (Aljohani, 2023; Coeckelbergh, 2023).

Según Hermann (2022), desde la ética organizacional, el marketing algorítmico crea tensiones entre la búsqueda de beneficios para el consumidor, la prevención de daños y el respeto a la autonomía de elección. Estas tensiones no se resuelven con ajustes técnicos, sino que son el resultado de decisiones explícitas de gobernanza a nivel directivo. Por eso, para los *retailers*, la pregunta central no es si sus algoritmos cumplen requisitos técnicos, sino si respetan los derechos de las personas a las que sirven.

En definitiva, la cara ético-normativa de la transformación digital en el *retail* requiere una evolución en tres dimensiones: madurez técnica de los sistemas, capacidad organizacional para gobernarlos y actualización regulatoria. La sostenibilidad y la responsabilidad de la transformación digital no dependen de sobresalir en uno de estos tres puntos, sino de alcanzar un equilibrio entre los tres.

4. Patrones emergentes

El cruce de los estudios primarios permite identificar tres patrones emergentes que constituyen la aportación teórica central de esta revisión.

4.1. Patrón 1: El déficit de capacidades dinámicas como barrera

Los estudios técnicos dotan a las IA de notables métricas de desempeño bajo condiciones controladas, pero ninguno mide la capacidad organizacional que se requiere para sostener ese desempeño en la operación real.

La evidencia revisada, esto es, las brechas entre el desempeño de laboratorio y el desempeño real (Liu, 2024), la sobrecarga tecnológica por complejidad de mantenimiento (Rodríguez *et al.*, 2024) y las barreras de acceso a datos de entrenamiento para *retailers* medianos (Hou & Huang, 2025), coincide con la predicción de la perspectiva de capacidades dinámicas (Teece, 2018): que el éxito en la transformación digital no depende de adoptar la tecnología más avanzada, sino del desarrollo simultáneo de capacidades de segundo orden que le permitan explotar esa tecnología de forma sostenida (Teece, 2018).

4.2. Patrón 2: La paradoja de la personalización

Los sistemas de recomendación y de segmentación algorítmica posibilitan la personalización a escala (Lemon & Verhoef, 2016), pero conllevan riesgos de privacidad, manipulación y discriminación algorítmica que amenazan su sostenibilidad regulatoria y social (Mittelstadt *et al.*, 2016; Pappas *et al.*, 2018). Gestionar estas decisiones requiere una gobernanza de IA estratégica explícita (Mäntymäki *et al.*, 2022) y no solo de carácter técnico.

4.3. Patrón 3: La exclusión digital como consecuencia

La exclusión digital identificada no es resultado de una discriminación intencionada, sino

del diseño típico de la transformación digital de los servicios, que se hace a medida del usuario más frecuente. Canhoto y Clear (2020) demuestran que este patrón genera un tipo de exclusión ética y estratégica y que afecta a segmentos relevantes de la demanda. Wirtz *et al.* (2018) demuestran que el diseño con criterios inclusivos aumenta la cobertura de mercado y la satisfacción general.

4.4. Contribución teórica

El presente trabajo contribuye a la literatura sobre transformación digital en *retail* mediante un marco integrador basado en las tensiones, que articula el rendimiento operativo, la experiencia del usuario y la gestión ética en los supermercados inteligentes basados en IA. A diferencia de los estudios fragmentados, aquí identificamos patrones transversales organizados en torno a tres tensiones fundamentales de gestión.

Primero, la optimización operativa basada en datos, aunque incrementa la eficiencia, reduce costos y mejora la precisión, choca con la personalización de la experiencia del cliente, lo que origina la primera tensión: eficiencia estandarizada versus experiencia contextualizada, y resalta las dificultades de armonizar decisiones automatizadas con las expectativas individuales.

Segundo, la hiperpersonalización mediante IA (adaptación de ofertas a cada cliente) adapta en tiempo real servicios y ofertas, pero suscita preocupaciones sobre la privacidad, el uso de los datos y la transparencia, lo cual ocasiona la segunda tensión: creación de valor experiencial versus riesgos éticos, en la que la mejora de la experiencia puede implicar costos reputacionales y regulatorios.

Tercero, el apego organizacional a los sistemas algorítmicos transforma las capacidades internas y los procesos de toma de decisiones, lo que configura la tercera tensión: autonomía tecnológica versus control organizacional, dado que las empresas deben desarrollar capacidades dinámicas para gobernar sistemas de lógica no siempre transparente.

Estos resultados hacen posible identificar cuatro categorías que aportan un mayor entendimiento del fenómeno:

1. Dataficación de la experiencia del cliente, o la conversión de las interacciones en datos explotables
2. Opacidad algorítmica, la falta de claridad sobre el funcionamiento de un algoritmo que dificulta la trazabilidad de las decisiones automatizadas
3. Reconfiguración de capacidades organizacionales, cuando las empresas desarrollan competencias para integrar y supervisar tecnologías inteligentes
4. Tensión valor-riesgo, como una lógica transversal que guía las decisiones en entornos de IA.

Estas tensiones y categorías conforman un marco conceptual donde la adopción de IA en los supermercados inteligentes no se plantea como un proceso lineal, sino como un sistema de compensaciones dinámicas entre eficiencia, experiencia y ética.

Los resultados muestran que la generación de valor mediante tecnologías digitales está mediada por tensiones organizacionales, que deben gestionarse activamente desde el punto de vista de la transformación digital (véase Figura 3).

5.3. Responsables de políticas públicas

Los resultados evidencian la necesidad de marcos normativos sectoriales específicos para IA en *retail*, complementarios al GDPR y la CCPA: a) calificar el reconocimiento facial en contextos de consumo como tratamiento biométrico de alto riesgo, lo cual requiere consentimiento explícito; b) establecer obligaciones de evaluación de impacto algorítmico para sistemas de recomendación y precios dinámicos; y c) incorporar estándares de accesibilidad digital como requisito regulatorio para supermercados que operan con autopago como modalidad principal o única.

6. Conclusiones

Esta revisión sistemática, llevada a cabo sobre 41 estudios en 2020-2025, demuestra que la IA reconfigura el supermercado inteligente en tres dimensiones interdependientes: operativa, experiencial y ético-normativa.

Desde un punto de vista sociotécnico, estas dimensiones no pueden ser gestionadas de forma independiente porque las decisiones en cualquiera de ellas repercuten en las demás, y la mayoría de los problemas surgen más de desajustes organizacionales que de limitaciones técnicas.

En la práctica operativa, tecnologías como el reconocimiento de productos, la gestión de inventarios por IoT y los pagos sin caja son técnicamente maduras, pero necesitan capacidades organizacionales que muchos minoristas tradicionales todavía no poseen.

En términos de experiencia del cliente, los sistemas mejoran la personalización y la fluidez para usuarios digitalmente alfabetizados, pero reproducen y amplían brechas para quienes tienen menor competencia tecnológica. En el campo ético-normativo, la seguridad técnica, aunque necesaria, no es suficiente, y se requieren marcos de gobernanza algorítmica que contemplen la privacidad por diseño, la explicabilidad y la auditoría independiente.

Los límites son el predominio de las fuentes de ingeniería sobre las revistas de gestión y marketing, la escasez de estudios cualitativos sobre los consumidores y los trabajadores, y la concentración geográfica en el este de Asia y los países de habla inglesa.

Estas limitaciones abren tres líneas de investigación futuras: estudios cualitativos sobre supermercados automatizados con enfoque en grupos vulnerables; implementación de marcos de gobernanza algorítmica en minoristas medianos; y análisis comparativos internacionales sobre la regulación de IA en el sector del *retail*.

Rol del autor:

LECC: Metodología, Investigación, Recursos, Curación de datos, Escritura - borrador original, Escritura, revisión y edición

MPVS: Conceptualización, Metodología, Análisis Formal, Investigación, Escritura - borrador original, Escritura, revisión y edición, Visualización, Supervisión y Administración del proyecto

bibliografía

- Abella, V., Initan, J., Perez, J. M., Astillo, P.V., Cañete, L. G., Jr. & Choudhary, G.**
2024 Machine learning-assisted dynamic proximity-driven sorting algorithm for supermarket navigation optimization: a simulation-based validation. *Future Internet*, 16(8), 277. <https://doi.org/10.3390/fi16080277>
- Ala, A., Sadeghi, A. H., Deveci, M. & Pamucar, D.**
2024 Improving smart deals system to secure human-centric consumer applications: internet of things and Markov logic network approaches. *Electronic Commerce Research*, 24, 771-797. <https://doi.org/10.1007/s10660-023-09787-1>
- Albayrak, Ö., Erkayman, B. & Usanmaz, B.**
2023 Applications of artificial intelligence in inventory management: a systematic review of the literature. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30, 2605-2625. <https://doi.org/10.1007/s11831-022-09879-5>
- Aljohani, A.**
2023 Predictive analytics and machine learning for real-time supply chain risk mitigation and agility. *Sustainability*, 15(20), 15088. <https://doi.org/10.3390/su152015088>
- AlQahtani, A. A. S., Darrat, A. A., Turpin, L. & Alshayeb, T.**
2025 Smart shelves: transforming retail stocking with internet of things and machine learning. *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 16, 1864-1880. <https://doi.org/10.1007/s43995-025-00213-1>
- Basheer, S., Vivekanadan, S., Panchatcharam, P. & Gandhi, U. D.**
2022 Internet of Things-based automated shopping cart incorporated with virtual instrumentation using LabVIEW for control applications. *International Journal of Grid and High Performance Computing*, 14(1), 1-18. <https://doi.org/10.4018/IJGHPC.301593>
- Batz, A., D' Croz-Baron, D. F., Vega Pérez, C. J. & Ojeda-Sanchez, C. A.**
2025 Integrating machine learning into business and management in the age of artificial intelligence. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(235). <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04361-6>
- Bharadwaj, A. S.**
2000 A resource-based perspective on information technology capability and firm performance: an empirical investigation. *MIS Quarterly*, 24(1), 169-196. <https://doi.org/10.2307/3250983>
- Canhoto, A. I. & Clear, F.**
2020 Artificial intelligence and machine learning as business tools: a framework for diagnosing value destruction potential. *Business Horizons*, 63(2), 183-193. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.11.003>
- Chen, S., Choubey, B. & Singh, V.**
2021 A neural network based price sensitive recommender model to predict customer choices based on price effect. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 61, 102573. <https://doi.org/10.1016/J.JRETCONSER.2021.102573>

bibliografía

- Chen, C. -H., Chung, C. -R., Yang, H. -Y., Yeh, S. -C., Wu, E. H. -K. & Ting, H. -J.**
2024 Virtual-reality-based supermarket for intellectual disability classification, diagnostics, and assessment. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 404-412. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3261314>
- Coeckelbergh, M.**
2023 Democracy, epistemic agency, and AI: political epistemology in times of artificial intelligence. *AI and Ethics*, 3, 1341-1350. <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00239-4>
- Farahani, M. K., Yazdi, M., Talaei, M. & Ghahnavieh, A. R.**
2024 Enhancing energy efficiency in supermarkets: a data-driven approach for fault detection and diagnosis in CO2 refrigeration systems. *Applied Energy*, 377, 124479. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.124479>
- Forteza, N., Prades, E. & Roca, M.**
2025 Analyzing VAT pass-through in Spain using web-scraped supermarket data and machine learning. *SERIEs*, 16, 137-189. <https://doi.org/10.1007/s13209-025-00309-w>
- Grewal, D., Roggeveen, A. L. & Nordfält, J.**
2017 The future of retailing. *Journal of Retailing*, 93(1), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2016.12.008>
- Gutierrez, J. C., Polo Triana, S. I. & Leon Becerra, J. S.**
2025 Benefits, challenges, and limitations of inventory control using machine learning algorithms: literature review. *OPSEARCH*, 62, 1140-1172. <https://doi.org/10.1007/s12597-024-00839-0>
- Hauser, M., Flath, C. M. & Thiesse, F.**
2021 Catch me if you scan: data-driven prescriptive modeling for smart store environments. *European Journal of Operational Research*, 294(3), 860-873. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.12.047>
- Hermann, E.**
2022 Leveraging artificial intelligence in marketing for social good: an ethical perspective. *Journal of Business Ethics*, 179, 43-61. <https://doi.org/10.1007/s10551-021-04843-y>
- Hou, P. & Huang, S.**
2025 BCSM-YOLO: an improved product package recognition algorithm for automated retail stores based on YOLOv11. *IEEE Access*, 13, 139665-139679. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3595175>
- Hoyer, W. D., Kroschke, M., Schmitt, B., Kraume, K. & Shankar, V.**
2020 Transforming the customer experience through new technologies. *Journal of Interactive Marketing*, 51, 57-71. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2020.04.001>
- Huang, M. & Rust, R. T.**
2018 Artificial Intelligence in Service. *Journal of Service Research*, 21(2), 155-172. <https://doi.org/10.1177/1094670517752459>
- Jahan, I. & Sanam, T. F.**
2024 A comprehensive framework for

bibliografía

- customer retention in e-commerce using machine learning based on churn prediction, customer segmentation, and recommendation. *Electronic Commerce Research*. <https://doi.org/10.1007/s10660-024-09936-0>
- Kitchenham, B. & Charters, S.**
2007 *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. Keele University & Durham University
- Kumar, D., Soni, G., Ramtiyal, B. & Vijayvargy, L**
2024 Data-driven approach for rational allocation of inventory in a FMCG supply chain. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*. <https://doi.org/10.1007/s13198-024-02519-0>
- Lemon, K. N. & Verhoef, P. C.**
2016 Understanding customer experience throughout the customer journey. *Journal of Marketing*, 80(6), 69-96. <https://doi.org/10.1509/jm.15.0420>
- Li, Y., Xu, Q., Wang, Y. & Liu, B.**
2024 Genetic algorithms application for pricing optimization in commodity markets. *Mathematics*, 12(9), 1289. <https://doi.org/10.3390/math12091289>
- Liu, B.**
2024 A deep learning-based object representation algorithm for smart retail management. *Journal of the Institution of Engineers (India): Series B*, 105, 1121-1128. <https://doi.org/10.1007/s40031-024-01051-w>
- Mahala, V. R. S., Garg, N. & Kumar, R.**
2024 Unveiling marketing potential: harnessing advanced analytics and machine learning for gold membership strategy optimization in a superstore. *SN Computer Science*, 5(374). <https://doi.org/10.1007/s42979-024-02700-z>
- Mäntymäki, M., Minkkinen, M., Birkstedt, T. & Viljanen, M.**
2022 Defining organizational AI governance. *AI and Ethics*, 2, 603-609. <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00143-x>
- Matt, C., Hess, T. & Benlian, A.**
2015 Digital transformation strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 339-343. <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>
- Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S. & Floridi, L.**
2016 The ethics of algorithms: mapping the debate. *Big Data & Society*, 3(2), 2053951716679679. <https://doi.org/10.1177/2053951716679679>
- Momanyi, R., Cygu, S. B., Kiragga, A., Odero, H., Ng'etich, M., Asiki, G. & Kavuu, T. D.**
2025 Analyzing demographic grocery purchase patterns in Kenyan supermarkets through unsupervised learning techniques. *Inquiry: The Journal of Health Care Organization, Provision and Financing*, 62, 1-17. <https://doi.org/10.1177/00469580251319905>
- Muñoz, J., Sánchez, A. & Kemper, G.**
2024 End-to-end solution for automatic beverage

bibliografía

- stock detection in supermarkets based on image processing and convolutional neural networks. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, 5, 453-474. <https://doi.org/10.1016/j.ijcce.2024.09.001>
- Narayanan, L., Sudhakaran, D., Grandhe, S., Iqbal, N. & James, J.**
- 2020 A deep learning enabled smart shopping cart. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 13(13), 247-251. <http://dx.doi.org/10.21786/bbrc/13.13/36>
- Nguyen, S. P.**
- 2021 Deep customer segmentation with applications to a Vietnamese supermarkets' data. *Soft Computing*, 25, 7785-7793. <https://doi.org/10.1007/s00500-021-05796-0>
- Ou, T. -Y., Fu, H. -P. & Wu, M. -Z.**
- 2025 Optimize a chain convenience store location prediction model by using MTS-machine learning methodology. *Scientific Reports*, 16, 1056. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-30650-w>
- Pappas, I. O., Kourouthanassis, P. E., Giannakos, M. N. & Chrissikopoulos, V**
- 2018 Explaining online shopping behavior with fsQCA: the role of cognitive and affective perceptions. *Journal of Business Research*, 69(2), 794-803. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.07.010>
- Popay, J., Roberts, H., Sowden, A., Petticrew, M., Arai, L., Rodgers, M. & Britten, N.**
- 2006 *Guidance on the conduct of narrative synthesis in systematic reviews: a product from the ESRC Methods Programme*. Lancaster University. <https://doi.org/10.13140/2.1.1018.4643>
- Raju, B. A. N., Ghai, D., Tripathi, S. L., Nanda, S. K. & Islam, S. M. N.**
- 2024 Predictive analytics for marketing and sales of products using smart trolley with automated billing system in shopping malls using LBPH and Faster R-CNN. En N. Singh, S. Birla, M. D. Ansari & N. K. Shukla (Eds.), *Intelligent techniques for predictive data analytics* (pp. 105-122). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781394227990.ch6>
- Rao, S. & Zhang, L.**
- 2021 The algorithms that make Instacart roll: how machine learning and other tech tools guide your groceries from store to doorstep. *IEEE Spectrum*, 58(3), 36-42. <https://doi.org/10.1109/MSPEC.2021.9370062>
- Ratha, A. K., Devi, A. G., Sethy, P. K., Barpanda, N. K., Behera, S. K. & Nanthaamornphong, A.**
- 2025 Deep learning-powered precision: a CNN-based approach for postharvest classification of Indian banana varieties in supermarket supply chains. *Food Science and Technology*, 13(2), 165-177. <https://doi.org/10.13189/fst.2025.130205>
- Rodrigues, Z., Pinheiro, L., Marcolin, C., Matheus, R., Saxena, S. & Morais, M.**
- 2024 Artificial intelligence in supermarkets: a multiple analysis about tasks, jobs, and automation. *Disruptive innovation in a digitally connected healthy world (I3E*

bibliografía

- 2024) (*Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 14907) Springer, 90-102. https://doi.org/10.1007/978-3-031-72234-9_8
- Saengsikhiao, P., Prapaipornlert, C. & Taweekun, J.**
- 2024 The optimization of chillers air-conditioning in Thailand supermarkets using a retail energy management system (REMS). *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 118(2), 62-73. <https://doi.org/10.37934/arfmts.118.2.6273>
- Saetra, H. S.**
- 2020 Privacy as an aggregate public good. *Technology in Society*, 63, 101422. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101422>
- Shrinidhi, M., Yeshvanthini, K., Yogitha, S. & Hephzipah, J. J.**
- 2025 A remunerative self-checkout system designed for small scale supermarkets. En P. D. Sivakumar, R. Ramachandran, C. Pasupathi & P. Balakrishnan (Eds.), *Computing Technologies for Sustainable Development*, (pp. 311-320). Communications in Computer and Information Science, 2361, Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-82383-1_248
- Shrivastava, R. & Dubey, S. K.**
- 2025 The bottom line of personalization: unravelling the power of algorithms and segmentation through a systematic review. *Vision: The Journal of Business Perspective*. <https://doi.org/10.1177/09722629241313004>
- Stylianou, T. & Pantelidou, A.**
- 2025 Big data and consumer behavior: a macroeconomic perspective through supermarket analytics. *Quantitative Finance and Economics*, 9(3), 682-712. <https://doi.org/10.3934/QFE.2025024>
- Teece, D. J.**
- 2018 Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), 40-49. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>
- Tsai, C., Chen, C., Wu, E. H., Chung, C., Huang, C., Tsai, P. & Yeh, S.**
- 2021 A machine-learning-based assessment method for early-stage neurocognitive impairment by an immersive virtual supermarket. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 29, 2124-2132. <https://doi.org/10.1109/tnsre.2021.3118918>
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N. & Haenlein, M.**
- 2021 Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Vial, G.**
- 2019 Understanding digital transformation: a review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Wang, W., Zhang, P., Sun, C. & Feng, D.**
- 2024 Smart customer service in unmanned retail store enhanced by large language model.

bibliografía

Scientific Reports, 14, 19838. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-71089-9>

13872-13887. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2025.3643299>

Wijethunga, R., Nouraei, H., Zych, C., Samarabandu, J. & Sadhu, A.

2024 Precision leak detection in supermarket refrigeration systems integrating categorical gradient boosting with advanced thresholding. *Energies*, 17(3), 732. <https://doi.org/10.3390/en17030736>

Wirtz, J., Patterson, P. G., Kunz, W. H., Gruber, T., Lu, V. N., Paluch, S. & Martins, A.

2018 Brave new world: service robots in the frontline. *Journal of Service Management*, 29(5), 907-931. <https://doi.org/10.1108/JOSM-04-2018-0119>

Zhang, Y., Jin, S., Wu, Y., Zhao, T., Yan, Y., Li, Z. & Li, Y.

2020 A new intelligent supermarket security system. *Neural Network World*, 30(2), 113-131. <https://doi.org/10.14311/NNW.2020.30.009>

Zhou, B., Zha, W., Ye, L. & He, Z.

2022 A dynamic material handling scheduling method based on elite opposition learning self-adaptive differential evolution-based extreme learning machine (EOADE-ELM) and knowledge base (KB) for line-integrated supermarkets. *Soft Computing*, 26, 763-785. <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06385-x>

Zhu, C., Jia, J. & Arslan, T.

2025 FVOR-YOLO: a real-time model for fruits and vegetables detection in complex supermarket self-checkout environments. *IEEE Internet of Things Journal*, 13(7),