

Escuela de Negocios

Tipo de documento: Tesis de maestría



EMBA | Executive MBA

La gran omisión de la IA: Quién resuelve la última milla

Autoría: Iriarte, Paz

Año: 2025

¿Cómo citar este trabajo?

Iriarte, P. (2025) "La gran omisión de la IA: Quién resuelve la última milla". [Tesis de maestría. Universidad Torcuato Di Tella]. Repositorio Digital Universidad Torcuato Di Tella.

<https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/13883>

El presente documento se encuentra alojado en el **Repositorio Digital de la Universidad Torcuato Di Tella** bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional
Dirección: <https://repositorio.utdt.edu>

Escuela de Negocios
Maestría en Dirección de Empresas

**“La gran omisión de la IA: Quién resuelve la última
milla”**

Autor: Lic. Paz Iriarte

Tutor: Ing. Gonzalo Mallo

Año: 2025

AGRADECIMIENTOS

A Ana por apoyarme y acompañarme durante prácticamente todo el viaje, sobre todo en los momentos más difíciles. A Gonzalo por su apoyo y disposición. A mis amigos, en especial a Popi, Magda y Lichi, por su cariño y palabras de aliento. A Pili por sus palabras de aliento al momento de iniciar este proyecto.

A mis compañeros, por el compañerismo compartido. A mi familia.

RESUMEN EJECUTIVO

Se propone analizar el impacto potencial del uso creciente de inteligencia artificial en la automatización del consumo digital. Agentes autónomos y sistemas predictivos están comenzando a permitir que las empresas generen y gestionen demanda con una velocidad y escala sin precedentes. Esta tendencia, aún en expansión, anticipa un aumento significativo en el volumen de transacciones online.

Sin embargo, la infraestructura operativa —particularmente la logística de última milla— no ha evolucionado al mismo ritmo. Esto genera un desajuste que podría transformarse en un cuello de botella crítico a medida que el consumo automatizado se consolide. La brecha entre la capacidad de captar demanda y la capacidad de entregarla representa un riesgo creciente para la sostenibilidad operativa de los modelos de negocio digitales.

Frente a este escenario, la tesis propone una solución preventiva: el desarrollo de una red descentralizada de puntos de entrega inteligentes, integrados con inteligencia artificial para anticipar flujos de consumo y mejorar la eficiencia logística. Se argumenta que anticiparse a este desequilibrio será clave para sostener el crecimiento del comercio digital en la era de la automatización.

Palabras clave: inteligencia artificial, IA, consumo automatizado, última milla, logística urbana, agentes inteligentes, eficiencia operativa, saturación logística.

INDICE / TABLA DE CONTENIDOS

Lista de figuras	5
INTRODUCCIÓN	6
MARCO TEÓRICO	7
CAPÍTULO 1 - El auge del consumo automatizado	7
1.1 Evolución del comportamiento del consumidor digital	7
1.2 Inteligencia artificial como facilitador del consumo	8
1.3 AI Aplicada al consumo: casos actuales	9
CAPITULO 2 – Qué son los agentes de inteligencia artificial	10
2.1 Definición y funcionamiento	10
2.2 Autonomía y escalabilidad: doble filo para la infraestructura	14
2.3 Tipos de agentes de inteligencia artificial	15
2.4 Tipos de inteligencia artificial	18
2.5 Potencial de los agentes para escalar operaciones de consumo	18
2.6 Fundamentos teóricos de la inteligencia artificial	20
2.7 ¿Cómo funciona un algoritmo?	21
CAPÍTULO 3 – Logística de última milla: situación actual y desafíos	24
3.1 Enfoques teóricos sobre la última milla	24
3.2 Definición y rol de la cadena logística	25
3.3 Limitaciones estructurales: tiempos costos y congestión	26
3.4 Casos en Latinoamérica	28
3.5 Ultima milla como cuello de botella sistémica	30
CAPITULO 4 – El desajuste entre consumo automatizado y capacidad logística	31
4.1 Enfoques teóricos sobre el desajuste entre consumo y entrega	31
4.2 Crecimiento exponencial de la demanda digital	32
4.3 Encuesta sobre percepción logística del consumidor	34
4.4 Evidencia del desajuste en la experiencia del usuario	45
4.5 Riesgos operativos y estratégicos del desequilibrio	47
CAPITULO 5 – Análisis estratégico del impacto de los agentes inteligentes	48

5.1 Inteligencia artificial como ventaja competitiva: marco de Michael Porter	49
5.2 Análisis FODA del uso de agentes inteligentes en el consumo	51
5.3 Riesgos estratégicos del desajuste físico-digital	53
CAPÍTULO 6 – Propuesta: red descentralizada de puntos inteligentes	55
6.1 Descripción del modelo y marco teórico de referencia	55
6.2 Integración tecnológica: Algoritmos predictivos y logística urbana	58
6.3 Ubicación estratégica y criterios operativos	59
CAPÍTULO 7 – Conclusión y recomendaciones	63
7.1 Validación del problema y fundamentos de la solución	63
7.2 Reafirmación del diagnóstico	65
7.3 Valor estratégico de anticiparse	66
7.4 La oportunidad de rediseñar la infraestructura logística	67
7.5 Visión a futuro: escenarios posibles y recomendaciones estratégicas	68
BIBLIOGRAFIA	71
ANEXOS	74

Lista de figuras

Figura 1. Frecuencia de compras online.

Figura 2. Categoría de compra online más frecuente.

Figura 3. Tiempo de entrega ideal para una compra online.

Figura 4. Importancia del tiempo de entrega al momento de elegir una tienda online.

Figura 5. Problemas recientes con entregas de compras online.

Figura 6. Tipos de problemas experimentados con entregas.

Figura 7. Método preferido para recibir el pedido.

Figura 8. Integración entre experiencia digital y entrega física.

Figura 9. Nivel de automatización de la entrega vs. plataformas.

Figura 10. Disposición a retirar productos en puntos inteligentes cercanos si eso acelera la entrega.

Figura 11. Distancia máxima para retirar en puntos inteligentes.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial está transformando profundamente la manera en que las empresas interactúan con los consumidores. Herramientas conversacionales, motores de recomendación y agentes autónomos permiten automatizar procesos comerciales con una eficiencia cada vez mayor, especialmente en las etapas iniciales de captación y conversión. Este avance ha impulsado nuevas formas de crecimiento en los entornos digitales, al permitir escalar la generación de demanda de manera acelerada y sostenida.

Sin embargo, no todas las áreas operativas están evolucionando al mismo ritmo. Particularmente la logística de última milla —responsable de concretar las entregas físicas— muestra señales de tensión estructural. Si bien el sistema aún funciona dentro de ciertos márgenes, el ritmo de automatización y el aumento de la demanda anticipan un desequilibrio que podría volverse crítico en el corto y mediano plazo. La brecha entre la capacidad de captar demanda y la capacidad de entregarla representa un riesgo creciente para la sostenibilidad de los modelos digitales.

Esta tesis se propone describir el impacto del consumo digital automatizado sobre la logística de última milla y explorar una solución preventiva a ese posible desajuste. Para ello, se analizan los cambios recientes en el comportamiento del consumidor digital, el rol de la inteligencia artificial como motor de automatización, los desafíos actuales del sistema logístico y las primeras evidencias del desbalance entre generación de pedidos y capacidad operativa. Sobre esta base, se propone el diseño de una red descentralizada de puntos de entrega inteligentes como respuesta estructural anticipatoria.

La metodología adoptada es de carácter descriptivo-exploratorio, con enfoque cualitativo. El trabajo se apoya en el análisis de casos actuales, la revisión de literatura especializada y el uso de datos secundarios. Asimismo, se incluye una encuesta orientada a relevar la percepción de los consumidores respecto a los tiempos, costos y eficiencia de la entrega de última milla, con el fin de complementar el análisis desde una perspectiva experiencial y subjetiva.

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1 - El auge del consumo automatizado

1.1 Evolución del comportamiento del consumidor digital

En las últimas dos décadas, el comportamiento del consumidor ha atravesado una transformación estructural, fuertemente impulsada por la digitalización de la vida cotidiana. El acceso masivo a internet, el uso extendido de smartphones y la adopción de plataformas digitales para tareas cotidianas han generado consumidores más informados, autónomos y exigentes (PwC, 2023).

Hoy, la experiencia de compra ya no se limita al momento de transacción. El proceso abarca múltiples puntos de contacto digitales, desde la investigación y comparación de productos hasta la atención postventa. El 43% de los consumidores declara que planea aumentar sus compras online, al mismo tiempo que exige experiencias integradas entre lo físico y lo digital (PwC, 2023). Esta tendencia está asociada a una mayor demanda por conveniencia, velocidad de respuesta y personalización.

El consumidor digital es además multicanal por naturaleza. Utiliza simultáneamente navegadores, redes sociales, aplicaciones móviles e incluso asistentes de voz para informarse, decidir y comprar. Según Twilio (2023), el 44% de los consumidores valora un buen servicio de atención al cliente como diferencial competitivo, y un 12% es más propenso a recomendar una marca si recibe una experiencia positiva. La relación emocional con la marca y la experiencia del usuario se han convertido en factores tan importantes como el producto mismo.

Los hábitos digitales también se profundizaron tras la pandemia. El tiempo promedio diario en redes sociales supera las 2,5 horas, y el número global de usuarios llegó a los 5.070 millones en 2024 (DataReportal, 2023). Este crecimiento refuerza la necesidad de estrategias de captación y conversión que operen en tiempo real, en múltiples canales y con una lógica personalizada.

En respuesta a estas nuevas exigencias, las marcas han comenzado a adoptar tecnologías como inteligencia artificial, automatización y personalización dinámica para sostener su competitividad. Según Euromonitor (2023), los consumidores valoran especialmente la

personalización de productos y experiencias, lo que ha llevado a una aceleración en la implementación de soluciones automatizadas en los entornos de consumo digital.

En este contexto, la automatización no aparece solo como una ventaja operativa, sino como una respuesta inevitable a una transformación profunda en las expectativas del consumidor.

1.2 Inteligencia artificial como facilitador del consumo

La inteligencia artificial (AI) está transformando el modo en que las persona acceden eligen y adquieren productos y servicios. Su principal aporte no radica solo en la eficiencia operativa, sino en su capacidad para facilitar el consumo: anticipando deseos, reduciendo fricciones y personalizando la experiencia de compra en tiempo real. Según el informe *State of the connected customer* de Salesforce (2023), más del 60% de los consumidores espera que las empresas comprendan sus necesidades incluso antes de que las expresen. Para responder a estas expectativas, las compañías están integrando AI en motores de recomendación, sistemas conversacionales interfaces predictivas y flujos automatizados de compra. Estas tecnologías permiten a los usuarios acceder a opciones relevantes sin tener que buscarlas activamente, lo que simplifica y acelera el proceso de consumo.

McKinsey & Company (2023) señala que la AI generativa está siendo adoptada en funciones comerciales clave como marketing, ventas y servicio al cliente. Entre sus aplicaciones más extendidas se encuentran los asistentes virtuales que guían decisiones de compra, la generación dinámica de contenido personalizado y la optimización automática de precios y promociones, todo lo cual contribuye a una experiencia de consumo más fluida y adaptada.

Además, Capgemini (2023) indica que el 71% de los consumidores desea experiencias de compra potenciadas por IA generativa, especialmente para recibir asistencia en tiempo real, encontrar productos compatibles o descubrir nuevas alternativas sin esfuerzo. Esto confirma que la IA no solo reduce el trabajo cognitivo del consumidor, sino que también amplifica su capacidad de elección.

En conjunto, estos desarrollos muestran que la IA no solo transforma la oferta comercial, sino que redefine las condiciones de acceso al consumo, al disminuir los costos de decisión y aumentar la relevancia de cada interacción. Lejos de ser una herramienta auxiliar, la

inteligencia artificial se vuelve una interfaz activa que simplifica, sugiere y acompaña al usuario en su recorrido como consumidor digital.

1.3 AI Aplicada al consumo: casos actuales

La inteligencia artificial ha transformado profundamente la experiencia de compra digital, dando lugar a soluciones innovadoras que simplifican, personalizan y automatizan el proceso, llevando a un acelere en el consumo de productos. Amazon por ejemplo, ha lanzado la funcionalidad “buy for me”, que permite a los usuarios adquirir productos desde sitios web externos cuando estos no están disponibles en su propio Marketplace. Esta herramienta, integrada a su app móvil, utiliza AI para realizar la compra en nombre del usuario, simplificando el recorrido de la compra (Amazon, 2024). Introdujo también a Rufus, un asistente de compras basado en AI generativa que responde preguntas, ofrece recomendaciones personalizadas y guía al usuario a través de decisiones de compra en tiempo real (Wired, 2024).

Shopify, por su parte, ha implementado múltiples asistentes de compra basados en IA en su ecosistema de tiendas. Herramientas como AskTimmy.ai automatizan la atención al cliente y recomiendan productos de forma conversacional, mientras que iAdvize Copilot actúa como un vendedor digital que guía al usuario en tiempo real durante su visita al sitio (Shopify, 2024).

Zalando ha desarrollado probadores virtuales potenciados por IA, donde los usuarios pueden crear avatares personalizados a partir de sus medidas y fotos. Esta herramienta busca reducir las devoluciones y mejorar la precisión en la selección de prendas (Zalando, 2024).

Cadenas como Intermarché en Francia han experimentado con carritos de compra inteligentes, que integran sensores, cámaras y pantallas para reconocer productos y agilizar el pago sin pasar por caja, todo mediante procesamiento de datos en tiempo real (RetailDive, 2024).

Una de las aplicaciones más sofisticadas de IA para facilitar el consumo se encuentra en los refrigeradores inteligentes de Samsung, como el modelo Bespoke con AI Vision Inside™. Este dispositivo utiliza cámaras internas y algoritmos de reconocimiento de alimentos para monitorear el inventario del refrigerador y sugerir reposiciones automáticas. A través de su

integración con servicios como Instacart, el usuario puede generar listas de compras automáticas y ordenar productos sin salir de la cocina, directamente desde la pantalla del refrigerador (Samsung, 2024; The Verge, 2025).

Este tipo de soluciones marca un punto de inflexión en el comportamiento de compra: permiten que el consumo ocurra sin intervención activa del usuario, eliminando por completo la necesidad de recordar, planificar o disponer de tiempo para reponer productos. La compra se automatiza de forma permanente, incluso en momentos en los que el consumidor se ha olvidado o no ha tenido disponibilidad para realizarla. Esta continuidad elimina una de las principales causas de abandono o postergación y, como resultado, eleva significativamente la tasa de conversión. En otras palabras, cuando la decisión de compra se delega a un sistema inteligente, la compra **siempre** ocurre.

CAPITULO 2 – Qué son los agentes de inteligencia artificial

2.1 Definición y funcionamiento

En el campo de la inteligencia artificial (IA), el término agente se refiere a una entidad autónoma capaz de percibir su entorno y actuar sobre él con el objetivo de alcanzar metas definidas (Russell & Norvig, 2021). Esta definición es fundamental para comprender cómo las tecnologías actuales están transformando el consumo digital.

“Un agente es cualquier cosa que puede percibir su entorno mediante sensores y actuar sobre ese entorno mediante actuadores” (Russell & Norvig, 2021).

La noción de agentes inteligentes no es nueva. Ya en la década de 1980, con el surgimiento de la Inteligencia Artificial Distribuida (DAI), se comenzó a trabajar con sistemas formados por múltiples agentes capaces de sensor, razonar y actuar de forma coordinada. La DAI anticipó una visión de inteligencia fragmentada pero cooperativa, en la cual cada componente del sistema opera de forma autónoma pero interdependiente (Wooldridge, 2002). Este paradigma sentó las bases conceptuales para los asistentes virtuales, bots de recomendación, sistemas de compra automatizada y redes colaborativas de agentes.

Décadas más tarde, ese modelo distribuido cobra una nueva relevancia: los agentes inteligentes se multiplican en entornos digitales y estimulan una demanda de consumo sin precedentes. Sin embargo, la infraestructura física encargada de satisfacer esa demanda — especialmente en la última milla logística— no ha escalado al mismo ritmo. El resultado es un desajuste sistémico entre la generación automatizada de demanda y la capacidad de entrega efectiva.

Ciclo de funcionamiento de un agente

El comportamiento de un agente puede describirse mediante el ciclo percepción–decisión–acción, que constituye su estructura operativa básica:

Percepción: el agente recolecta datos de su entorno (por ejemplo, clics, historial de navegación, geolocalización, comandos de voz).

Procesamiento y razonamiento: interpreta la información recibida utilizando algoritmos como aprendizaje automático, lógica simbólica o modelos generativos (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016).

Toma de decisiones: selecciona la mejor acción posible en función de su objetivo, el estado del entorno y el conocimiento almacenado.

Acción: ejecuta una operación concreta, como mostrar una sugerencia, realizar una compra o activar una notificación.

Estos ciclos ocurren en lapsos cada vez más cortos, y en muchos casos de forma continua y masiva, lo que permite a los agentes operar de manera proactiva, adaptativa y personalizada.

Tipos de entornos de un agente

El comportamiento de un agente inteligente está fuertemente determinado por el tipo de entorno en el que opera. En el campo de la inteligencia artificial, se entiende por *entorno* al universo con el que el agente interactúa, y del cual recibe información (input) y al que afecta mediante sus acciones (output). Comprender las características del entorno es clave para

diseñar un agente eficaz, ya que estas condiciones determinan qué tipo de percepción, razonamiento y aprendizaje serán necesarios.

A continuación se describen las principales dimensiones que definen un entorno, según la clasificación clásica de Russell y Norvig (2020) y Sutton & Barto (2018):

Totalmente observable vs. parcialmente observable

En un entorno totalmente observable, el agente tiene acceso completo a toda la información relevante del sistema en cada instante. Por ejemplo, en un juego de ajedrez, el estado del tablero es visible en su totalidad.

En cambio, un entorno parcialmente observable es aquel en el que el agente recibe información incompleta o ambigua sobre el estado real del mundo. En el caso del consumo digital, por ejemplo, un asistente de compras puede no conocer el verdadero presupuesto, estado emocional o intención final del usuario, y debe inferirlo a partir de señales indirectas (clics, tiempos de permanencia, historial). Esta limitación requiere que el agente construya modelos internos del mundo y actualice sus creencias en función de la nueva información que recibe.

Determinista vs. estocástico

Un entorno determinista es aquel en el que las acciones del agente tienen resultados predecibles y constantes. Si el agente repite la misma acción en el mismo estado, obtendrá siempre el mismo resultado.

En contraste, un entorno estocástico incluye elementos de azar o incertidumbre: la misma acción puede llevar a diferentes consecuencias.

En los entornos de consumo, esto se manifiesta en fenómenos como el comportamiento aleatorio de los usuarios, los cambios de contexto externo (clima, oferta de productos, publicidad), o la respuesta emocional impredecible del consumidor. Por ello, los agentes deben estar preparados para operar con incertidumbre, ajustando sus decisiones en función de la probabilidad de distintos escenarios.

Episódico vs. secuencial

En un entorno episódico, la experiencia del agente puede dividirse en episodios independientes, donde lo que ocurre en un momento no afecta los siguientes. Esto facilita la toma de decisiones, ya que no es necesario planificar a largo plazo.

En cambio, en un entorno secuencial, cada acción tiene un impacto acumulativo en el futuro. Las decisiones deben tomarse considerando no solo el beneficio inmediato, sino también las consecuencias que tendrán en episodios posteriores. Los agentes aplicados a consumo operan en este tipo de entorno: por ejemplo, una recomendación mal recibida hoy puede afectar la confianza del usuario y su predisposición a interactuar en el futuro, generando una pérdida de valor a largo plazo.

Estático vs. dinámico

Un entorno estático permanece sin cambios mientras el agente está tomando decisiones, y su percepción no se ve alterada por el paso del tiempo. Esto ocurre, por ejemplo, en ciertos sistemas de resolución de problemas offline.

En cambio, en un entorno dinámico, el mundo puede cambiar mientras el agente piensa, actúa o recopila información. El comercio electrónico, los precios, el stock y las tendencias de los consumidores varían continuamente, por lo que los agentes deben operar con capacidad de adaptación en tiempo real. Esto implica no solo reaccionar rápidamente, sino también anticiparse a cambios futuros mediante algoritmos predictivos.

Discreto vs. continuo

La dimensión discreta o continua se refiere a si las percepciones, acciones y estados del entorno pueden representarse como unidades finitas y separadas, o si forman un espectro continuo.

Por ejemplo, elegir entre una lista de productos es una tarea discreta, pero ajustar un precio dinámicamente o predecir el nivel de satisfacción de un cliente a partir de señales de comportamiento puede requerir tratar con variables continuas. Los agentes modernos,

especialmente aquellos que utilizan aprendizaje profundo, deben ser capaces de manejar ambos tipos de datos de manera eficiente.

En resumen, los entornos en los que operan los agentes aplicados al consumo —como asistentes de compra, motores de recomendación o chatbots— suelen ser parcialmente observables, estocásticos, secuenciales, dinámicos y con componentes discretos y continuos. Esta complejidad exige modelos adaptativos, capaces de aprender de la experiencia, generalizar a nuevos casos y operar bajo incertidumbre. Solo así podrán ofrecer soluciones relevantes, personalizadas y efectivas en un contexto donde los datos son abundantes pero la información crítica muchas veces está oculta o es cambiante.

2.2 Autonomía y escalabilidad: doble filo para la infraestructura

Una de las capacidades más transformadoras de los agentes inteligentes es su escalabilidad casi ilimitada. Una vez desarrollados y entrenados, estos sistemas pueden operar de manera autónoma, simultánea y continua, sin necesidad de replicar recursos físicos para cada nueva interacción. Un mismo motor de recomendaciones, por ejemplo, puede generar sugerencias personalizadas para millones de usuarios al mismo tiempo, sin experimentar cuellos de botella computacionales significativos. Lo mismo ocurre con los asistentes de compra, chatbots o sistemas de pricing dinámico: responden en tiempo real, sin descanso, y sin costos marginales crecientes.

Esta escalabilidad digital sin fricción representa una ventaja competitiva inmensa para las empresas, ya que permite acelerar la captación de clientes, optimizar la conversión y adaptar la oferta en función del contexto y comportamiento individual, con un nivel de personalización antes impensado. Además, estos agentes pueden operar 24/7, aprendiendo constantemente del comportamiento del usuario, lo que potencia aún más su capacidad de respuesta.

Sin embargo, esa misma autonomía se convierte en un arma de doble filo cuando se traslada al plano físico. Cada recomendación acertada o pedido generado por un agente digital activa un proceso material que no puede automatizarse al mismo ritmo: el producto debe ser embalado, despachado, transportado y entregado físicamente al cliente. A diferencia de lo que ocurre en el plano informático, donde una línea de código puede ejecutarse millones de veces

sin desgaste, en el mundo físico cada operación conlleva tiempo, energía, espacio y recursos humanos o mecánicos.

Aquí radica uno de los problemas centrales que aborda esta tesis: la infraestructura logística —especialmente en el tramo final del proceso, conocido como última milla— no posee la misma capacidad de expansión que la demanda digital automatizada. Mientras los agentes multiplican los pedidos de forma casi instantánea, las ciudades enfrentan limitaciones de espacio urbano, congestión, recursos humanos escasos y una infraestructura saturada. Este desajuste estructural genera un cuello de botella que amenaza la sostenibilidad del modelo de consumo digital intensivo.

Además, este desbalance no solo impacta en términos operativos, sino también en aspectos ambientales, sociales y económicos. Por un lado, aumenta la congestión vehicular y las emisiones asociadas al delivery atomizado. Por otro, genera frustración en los usuarios cuando las promesas algorítmicas de entrega rápida o exactitud no se cumplen. Y desde una perspectiva de sistema, limita el potencial de expansión del comercio digital, haciendo que su crecimiento dependa de una infraestructura que aún no está preparada para sostenerlo.

Este fenómeno evidencia una paradoja fundamental de la economía digital contemporánea: la automatización ha resuelto con gran eficacia la generación de demanda, pero no ha resuelto de igual manera su cumplimiento logístico. Este desajuste entre la dimensión virtual y la física exige repensar la infraestructura urbana, adoptando modelos que permitan absorber de forma más flexible, resiliente y escalable la presión generada por agentes digitales autónomos.

2.3 Tipos de agentes de inteligencia artificial

La inteligencia artificial puede adoptar diversas formas según el tipo de agente que la represente. Estas diferencias no son solo técnicas, sino también funcionales: determinan el grado de autonomía, la capacidad de adaptación, y el nivel de interacción con el entorno. Comprender esta tipología es clave para analizar qué tipo de agente se ajusta mejor a los diferentes contextos del consumo automatizado y la logística inteligente. A continuación, se describen los principales tipos de agentes según su complejidad (Russell & Norvig, 2021):

Agentes reactivos simples

Son los más básicos en la arquitectura de agentes. Su comportamiento está regido por una relación directa entre estímulo y acción, sin memoria ni procesamiento interno. Funcionan mediante reglas “si ocurre A, hacer B”, conocidas como reglas duras. No tienen capacidad para aprender ni para considerar el contexto.

Ejemplo: un sensor que activa una alarma ante determinada señal térmica o de movimiento. Este tipo de agente es útil en entornos altamente predecibles, como sistemas de seguridad, pero limitado para contextos dinámicos o inciertos.

Agentes con estado interno (reactivos con memoria)

Incorporan una memoria limitada que les permite registrar eventos pasados y ajustar sus decisiones en función de esa información. A diferencia de los anteriores, pueden reconocer si ya actuaron en una situación similar o si deben evitar repetir acciones innecesarias.

Ejemplo: una aspiradora robot que recuerda zonas ya recorridas para evitar pasarlas dos veces. Este tipo de agentes marca un paso importante hacia la optimización de recursos, especialmente en tareas repetitivas.

Agentes deliberativos (basados en modelos)

Representan una evolución significativa, ya que construyen una representación interna del mundo (modelo del entorno) y simulan posibles acciones para elegir la mejor. Involucran planificación, predicción de consecuencias y razonamiento. Su comportamiento es más flexible y adaptativo, pero requiere mayor capacidad computacional.

Ejemplo: un GPS que evalúa rutas alternativas en tiempo real y modifica el trayecto según el tráfico (Nilsson, 1998).

Estos agentes se emplean en logística dinámica, juegos, robótica avanzada y sistemas de navegación.

Agentes que aprenden

Utilizan técnicas de machine learning para adaptar su comportamiento a partir de la experiencia. No se limitan a ejecutar instrucciones fijas: pueden ajustar sus decisiones según datos históricos, retroalimentación de resultados o patrones emergentes.

Ejemplo: un sistema de recomendaciones que mejora su personalización cuanto más interactúa con el usuario (Sutton & Barto, 2018).

Son fundamentales en e-commerce, sistemas de recomendación, pricing dinámico y predicción de demanda.

Agentes colaborativos (multiagente)

Actúan en entornos donde es necesario interactuar con otros agentes —humanos o artificiales— para lograr objetivos comunes. Estos sistemas pueden negociar, coordinar tareas, distribuir responsabilidades o evitar conflictos de movimiento.

Ejemplo: vehículos autónomos que coordinan entregas en una ciudad, evitando rutas congestionadas o colisiones.

Este enfoque es clave en sistemas distribuidos, logística urbana y robótica en entornos compartidos.

Agentes generativos

Representan una de las fronteras más recientes de la IA. Se basan en modelos fundacionales de gran escala (como GPT o DALL·E), capaces de generar lenguaje natural, imágenes, código o decisiones con alto grado de creatividad y contexto.

Ejemplo: un asistente conversacional que responde preguntas en lenguaje natural, sugiere productos y realiza tareas complejas en tiempo real.

Su versatilidad los vuelve ideales para interfaces conversacionales, personal shoppers, asistentes virtuales y atención al cliente automatizada.

2.4 Tipos de inteligencia artificial

Existen múltiples formas de clasificar la inteligencia artificial, pero para los fines de esta tesis se destacan dos categorías clave por su relevancia en el consumo automatizado: la inteligencia artificial general (AGI) y la inteligencia artificial generativa.

La IA general, también conocida como AGI (Artificial General Intelligence), es una forma aún hipotética de inteligencia artificial con capacidades cognitivas similares o superiores a las humanas. Su objetivo es desarrollar sistemas capaces de aprender y ejecutar cualquier tarea intelectual que una persona pueda realizar, sin estar limitados a un dominio específico. A diferencia de los sistemas actuales, que solo operan dentro de los límites para los que fueron entrenados, una AGI podría razonar, adaptarse y transferir conocimientos entre contextos diversos. Aunque existen múltiples iniciativas de investigación en esta dirección, todavía no se ha logrado ningún sistema que cumpla con esta definición.

En cambio, la IA generativa representa el estado actual más avanzado y aplicado de la inteligencia artificial en el ámbito comercial. Se trata de sistemas capaces de crear contenido original —como texto, imágenes, audio o código— a partir de modelos entrenados con enormes volúmenes de datos. Estos modelos, conocidos como modelos fundacionales o LLMs (Large Language Models), ya están siendo implementados en herramientas conversacionales, asistentes de compra, motores de recomendación y plataformas de automatización. Ejemplos destacados incluyen ChatGPT y DALL-E de OpenAI, Claude de Anthropic y Midjourney para generación de imágenes (Bommasani et al., 2021). En todos los casos, estas tecnologías permiten anticipar necesidades del consumidor, generar respuestas personalizadas y automatizar decisiones, lo que acelera y amplifica el consumo digital.

La tesis se enfoca precisamente en este último tipo de inteligencia: la generativa. Es la que impulsa la automatización del consumo y, al mismo tiempo, crea un desajuste con la capacidad operativa del sistema logístico, especialmente en la entrega de última milla.

2.5 Potencial de los agentes para escalar operaciones de consumo

La combinación de IA generativa, procesamiento en tiempo real y estructuras algorítmicas autónomas ha dado lugar a una nueva generación de agentes que no solo

responden a la demanda, sino que en muchos casos, como hemos visto en la sección anterior, la anticipan, inducen o ejecutan de forma autónoma. Este salto cualitativo transforma profundamente el modelo tradicional de consumo, en el que el usuario investigaba, decidía y compraba de forma activa.

Con los nuevos agentes, el rol del consumidor se redefine: gran parte de su proceso de decisión es delegado a sistemas inteligentes que recomiendan, seleccionan o incluso ejecutan compras en su nombre. Estos agentes pueden operar de manera continua, personalizada y a gran escala, generando miles de interacciones por minuto sin necesidad de intervención humana directa. En términos prácticos, esto significa que la generación de demanda ya no está limitada por la atención humana, sino por la capacidad computacional y el diseño algorítmico (McKinsey, 2023).

Este fenómeno se traduce en un crecimiento exponencial de la actividad transaccional: cada recomendación precisa, cada interfaz conversacional y cada flujo automatizado puede derivar en un nuevo pedido. La barrera de entrada al consumo se reduce a un clic —o incluso desaparece—, reemplazada por automatismos que operan en nombre del usuario. De esta forma, el consumo se acelera no por decisión consciente, sino por diseño sistémico.

Sin embargo, esta escalabilidad digital no es neutral ni autosuficiente. Cada transacción virtual implica una respuesta física que debe concretarse en el mundo real: embalaje, despacho, transporte, entrega. Y es allí donde el sistema revela su limitación más crítica. A diferencia de los agentes, que pueden escalar de manera virtualmente infinita, la infraestructura logística —especialmente en la última milla— crece de forma mucho más lenta, costosa y restrictiva.

Problemas como la congestión urbana, la falta de centros de distribución, la escasez de vehículos o repartidores disponibles y la presión por reducir los tiempos de entrega se concentran en ese tramo final, generando un cuello de botella estructural que compromete la sostenibilidad operativa del modelo (Gartner, 2023; DHL, 2023). En otras palabras, mientras los agentes expanden sin freno la capacidad de generar consumo, el sistema logístico se enfrenta a un límite físico insalvable.

Este desbalance entre el plano digital y el plano operativo plantea la necesidad urgente de repensar las condiciones materiales que sustentan el comercio automatizado. Como se argumentará en los próximos capítulos, una posible solución radica en descentralizar la entrega mediante una red distribuida de puntos inteligentes, diseñada para absorber la presión creciente sin replicar las limitaciones tradicionales del delivery domiciliario.

Este tipo de escalamiento no solo transforma el volumen de órdenes, sino también su distribución en el tiempo y el espacio. La asincronía y autonomía con la que operan los agentes modifica los flujos de demanda tradicionales, creando picos en horarios no convencionales, microsegmentos de consumo y mayor fragmentación logística. Esto impone nuevas tensiones sobre la infraestructura física, que debe adaptarse a una demanda más errática, dispersa y automatizada, alterando la lógica habitual de planificación y cumplimiento.

2.6 Fundamentos teóricos de la inteligencia artificial

El concepto de inteligencia artificial (IA) engloba un conjunto de técnicas y sistemas diseñados para replicar o simular capacidades cognitivas humanas, como el razonamiento, el aprendizaje, la planificación o la percepción. La evolución de la IA ha seguido distintas corrientes teóricas, desde aproximaciones simbólicas hasta métodos estadísticos y conexionistas.

IA débil vs. IA fuerte

Una distinción fundamental en el campo es la que separa la IA débil (*narrow AI*) de la IA fuerte (*general AI*). La IA débil refiere a sistemas diseñados para resolver tareas específicas — como reconocer imágenes o sugerir productos— sin conciencia ni comprensión profunda. Es la forma predominante hoy en día. En cambio, la IA fuerte o AGI (Artificial General Intelligence) apunta a replicar de manera completa la inteligencia humana, con capacidad de adaptación y aprendizaje transferible entre dominios. Esta última sigue siendo un horizonte teórico.

De reglas duras a redes neuronales

Históricamente, la IA comenzó con sistemas basados en reglas (*rule-based systems*), donde los programadores definían manualmente las condiciones lógicas para cada decisión. Estos sistemas resultaban rígidos y poco escalables. Con el tiempo, se dio paso a enfoques basados en aprendizaje automático, donde los algoritmos infieren patrones a partir de datos. El hito clave fue el desarrollo de redes neuronales profundas (*deep learning*), capaces de aprender representaciones complejas mediante múltiples capas de procesamiento.

Foundation models y economía digital

La etapa actual está marcada por los llamados modelos fundacionales (*foundation models*), como GPT (OpenAI), Claude (Anthropic) o Gemini (Google). Estos modelos, entrenados con enormes volúmenes de datos y múltiples tareas, pueden ser adaptados a diversos fines con mínimas modificaciones. Su versatilidad los convierte en activos estratégicos que transforman sectores enteros, incluyendo el comercio, la atención al cliente, la logística y el diseño de producto. Constituyen, por tanto, una nueva infraestructura de base para la economía digital automatizada.

2.7 ¿Cómo funciona un algoritmo?

Un algoritmo es una secuencia finita de instrucciones que resuelven un problema o realizan una tarea. En el caso de los algoritmos inteligentes, el proceso se estructura habitualmente en cuatro etapas:

Input → Procesamiento → Output → Feedback

Input: se recolectan datos del entorno (clics, historial, ubicación, inventario).

Procesamiento: el algoritmo analiza la información y toma decisiones con base en modelos matemáticos o estadísticos.

Output: se genera una acción (mostrar un producto, ajustar un precio, predecir una demanda).

Feedback loop: el resultado de esa acción se monitorea y retroalimenta el sistema, que se ajusta en función de su desempeño.

Tipos de aprendizaje

Los algoritmos de inteligencia artificial pueden entrenarse mediante diversos enfoques, cada uno con características específicas en cuanto a la naturaleza de los datos, el grado de supervisión humana requerido y el tipo de problema que se busca resolver.

Aprendizaje supervisado

En este método, el sistema aprende a partir de un conjunto de datos previamente etiquetado, es decir, datos que ya contienen la respuesta correcta. Por ejemplo, si se quiere entrenar un algoritmo para clasificar correos como “spam” o “no spam”, se le proporcionan miles de ejemplos ya categorizados por humanos. A medida que el modelo analiza estos pares de entrada y salida (input–output), ajusta sus parámetros internos para minimizar el error en sus predicciones. Este tipo de aprendizaje es muy efectivo cuando se dispone de grandes volúmenes de datos bien etiquetados, y es ampliamente utilizado en tareas como clasificación de imágenes, reconocimiento de voz y detección de fraude.

Aprendizaje no supervisado

A diferencia del anterior, en este enfoque no se parte de datos etiquetados. El objetivo del algoritmo es descubrir por sí mismo estructuras ocultas o patrones en los datos. Por ejemplo, se puede utilizar para segmentar clientes en grupos con comportamientos similares, sin necesidad de haber definido previamente las categorías. Este tipo de aprendizaje es útil en exploración de datos, reducción de dimensionalidad y detección de anomalías, siendo clave para estrategias de marketing y personalización.

Aprendizaje por refuerzo

Este método se basa en la interacción entre el agente (el algoritmo) y su entorno. El sistema realiza acciones, observa los resultados y recibe recompensas o penalizaciones según el desempeño de su decisión. Con el tiempo, el agente aprende una política que maximiza la recompensa acumulada. Este enfoque es especialmente útil en contextos donde las decisiones tienen consecuencias en cadena y no se cuenta con datos estáticos. Se aplica en motores de

juegos, robótica, y recientemente, en ajustes dinámicos de precios y logística, donde la IA aprende en tiempo real qué estrategia maximiza beneficios o eficiencia.

Cada uno de estos enfoques puede ser aplicado de forma independiente o combinada, dependiendo del problema y del tipo de datos disponibles. La elección del método de aprendizaje adecuado es crítica para el éxito de una solución basada en IA.

Aplicaciones al consumo

En el ecosistema digital actual, la inteligencia artificial se ha convertido en una herramienta transversal que impacta cada etapa del recorrido del consumidor. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de información en tiempo real permite adaptar la oferta a las necesidades individuales de cada usuario, incrementando la eficiencia comercial y mejorando la experiencia del cliente.

Sistemas de recomendación

Uno de los usos más visibles de la IA en el consumo digital son los algoritmos de recomendación. Plataformas como Netflix, YouTube o Amazon analizan el comportamiento del usuario (búsquedas, reproducciones, compras previas) para anticipar qué contenido o producto puede interesarle. Estos sistemas combinan modelos colaborativos y contenido basado en características para personalizar la oferta, aumentando el tiempo de permanencia y la probabilidad de conversión.

Ajuste dinámico de precios

Gracias a modelos predictivos, las empresas pueden modificar los precios de sus productos o servicios en función de múltiples variables, como la demanda, la competencia, la hora del día o incluso el perfil del usuario. Esta estrategia, conocida como dynamic pricing, permite maximizar ingresos y competitividad, y es utilizada tanto por aerolíneas y hoteles como por tiendas online y apps de delivery.

Predicción de demanda

Los algoritmos también permiten anticipar qué productos tendrán mayor salida en determinados momentos o regiones, facilitando una planificación más precisa del inventario y reduciendo quiebres de stock. Esta aplicación es esencial en cadenas logísticas y retail, ya que impacta directamente en la eficiencia operativa y en la satisfacción del cliente.

Asistentes virtuales y chatbots

La interacción con agentes conversacionales basados en IA se ha vuelto común en sitios de e-commerce, banca y atención al cliente. Estos asistentes pueden guiar al usuario durante el proceso de compra, resolver dudas frecuentes y derivar casos más complejos a humanos, mejorando la disponibilidad del servicio y reduciendo costos de atención.

En conjunto, estas aplicaciones contribuyen a un entorno de consumo más rápido, personalizado y conveniente. No obstante, también implican desafíos relacionados con la privacidad, la transparencia algorítmica y la equidad en el acceso, que deben ser tenidos en cuenta al diseñar estas soluciones.

CAPÍTULO 3 – Logística de última milla: situación actual y desafíos

3.1 Enfoques teóricos sobre la última milla

La logística de última milla, entendida como el tramo final de la entrega de productos al consumidor, representa uno de los mayores desafíos tanto operativos como estratégicos dentro de las cadenas de suministro modernas. Su complejidad ha sido abordada desde múltiples perspectivas teóricas, especialmente desde los campos de la logística urbana, la planificación de ciudades inteligentes y la investigación operativa.

Desde el enfoque de la logística urbana sostenible, autores como Taniguchi et al. (2001) y Gonzalez-Feliu et al. (2012) han propuesto modelos que integran la planificación de entregas con la gestión del espacio público, enfatizando la necesidad de armonizar eficiencia logística con calidad de vida urbana. Estos modelos destacan que la distribución urbana debe reducir su impacto ambiental, evitar la saturación vial y adaptarse a las restricciones físicas y sociales del entorno urbano.

Por otro lado, la literatura en gestión de la cadena de suministro ha abordado la última milla como un problema de optimización sujeta a múltiples restricciones. En este sentido, modelos como el Vehicle Routing Problem (VRP) y sus variantes han sido ampliamente utilizados para simular escenarios de reparto y evaluar decisiones de localización, ruteo y asignación de recursos (Toth & Vigo, 2014). No obstante, la creciente fragmentación del consumo y la imprevisibilidad de la demanda hacen que estos modelos tradicionales enfrenten limitaciones en entornos urbanos dinámicos y de alta variabilidad.

En los últimos años, el concepto de resiliencia logística ha cobrado protagonismo como complemento necesario a la eficiencia. Mientras que la eficiencia busca minimizar costos y tiempos, la resiliencia apunta a garantizar continuidad operativa frente a disrupciones, cuellos de botella o cambios abruptos en la demanda (Sheffi, 2015). En el contexto de la última milla, esto implica diseñar sistemas capaces de absorber picos de pedidos, responder a restricciones urbanas cambiantes y mantener un nivel de servicio adecuado incluso en condiciones adversas.

A su vez, el marco de la Industria 4.0 ha introducido nuevas herramientas tecnológicas — como el Internet de las Cosas (IoT), los sensores urbanos y la analítica predictiva— que permiten monitorear en tiempo real los flujos logísticos y anticipar zonas de saturación o fallas operativas (Wamba & Akter, 2019). Estas capacidades abren la posibilidad de diseñar sistemas logísticos urbanos más inteligentes, adaptativos y conectados con otras dimensiones del entorno digital.

Integrar estos enfoques teóricos permite comprender que la última milla no puede ser tratada como un simple eslabón logístico, sino como un sistema complejo que requiere planificación urbana, capacidad tecnológica, coordinación multi-actor y sensibilidad social. Su resolución es clave para garantizar no solo la viabilidad operativa del comercio digital automatizado, sino también su legitimidad en contextos urbanos saturados.

3.2 Definición y rol de la cadena logística

La cadena logística es el conjunto de procesos y recursos involucrados en el traslado de bienes desde su origen hasta el consumidor final. Incluye etapas como el aprovisionamiento, almacenamiento, gestión de inventario, transporte, distribución y entrega. Su objetivo principal

es asegurar que los productos lleguen en tiempo y forma al destino indicado, optimizando costos, tiempos y niveles de servicio (Christopher, 2016).

En el contexto del comercio digital, la logística ha adquirido un rol cada vez más estratégico. Ya no se trata únicamente de mover mercancías: se ha convertido en una pieza clave de la experiencia del cliente. La promesa de entrega rápida, seguimiento en tiempo real y disponibilidad inmediata ha transformado las expectativas de los consumidores y ha elevado significativamente las exigencias operativas de las empresas (PwC, 2023).

Dentro de esta cadena, el tramo más complejo y costoso es la llamada última milla: la etapa final del proceso, en la que el producto es entregado desde un centro de distribución o punto de retiro hasta el domicilio del cliente o punto de entrega pactado. Esta fase concentra la mayor cantidad de fricciones operativas, debido a su alto grado de variabilidad, dispersión geográfica, congestión urbana y contacto directo con el usuario (DHL, 2023).

La última milla representa, en muchos casos, más del 50% del costo total del envío (Gartner, 2023) y se ha convertido en uno de los principales diferenciadores competitivos en el e-commerce. Su correcta ejecución puede fidelizar al cliente; su falla puede anular toda la inversión previa en marketing, atención y conversión.

En síntesis, la cadena logística es la columna vertebral del comercio digital, y su eslabón más vulnerable —la última milla— se ha convertido en un punto crítico que define la viabilidad de los modelos de negocio orientados a la automatización del consumo.

3.3 Limitaciones estructurales: tiempos costos y congestión

A medida que los agentes inteligentes escalan la generación de consumo digital —como se analizó en el capítulo anterior—, el sistema logístico enfrenta el desafío de absorber ese crecimiento. Sin embargo, la infraestructura física de distribución, especialmente la correspondiente a la última milla, no fue diseñada para sostener un volumen de demanda que crece de forma exponencial.

Las limitaciones estructurales de este tramo se manifiestan en tres dimensiones clave: tiempo, costo y congestión. Estas variables no solo determinan la eficiencia operativa, sino que

condicionan la capacidad del sistema para responder a las nuevas dinámicas de consumo automatizado.

a. Tiempos: el dilema entre inmediatez y saturación

El comercio digital ha instalado una lógica de inmediatez. Modelos de entrega en el día o en menos de una hora, impulsados por grandes plataformas, se han vuelto cada vez más comunes. Sin embargo, cumplir estas promesas requiere una infraestructura extremadamente flexible y sobredimensionada, lo cual no es viable en la mayoría de los casos.

Según Gartner (2023), el 61% de las empresas logísticas tiene dificultades crecientes para cumplir plazos de entrega en zonas urbanas durante horas pico. La necesidad de operar con ventanas horarias estrechas, la dispersión geográfica de los destinos y la imprevisibilidad de la demanda generan un uso intensivo y poco eficiente de recursos, lo que aumenta los tiempos reales de entrega.

b. Costos: el eslabón más caro de la cadena

La última milla representa entre el 41% y el 53% del costo total de una entrega, según el tipo de operación y región (DHL, 2023). Esta etapa no se beneficia de economías de escala con la misma facilidad que otras, dado que requiere una operación puntual por cada destino: un vehículo, un operador y un recorrido específico para cada entrega.

El avance de la automatización en el consumo está generando micro-pedidos frecuentes, que reducen aún más la eficiencia logística. A diferencia de un carrito de supermercado cargado por el usuario, la IA puede inducir compras unitarias, más rápidas y menos agrupadas. Esto eleva el costo por transacción y tensiona los márgenes de los operadores logísticos, especialmente en contextos de alta competitividad.

c. Congestión: la tensión del espacio urbano

Las grandes ciudades concentran la mayoría de los pedidos y, al mismo tiempo, enfrentan una saturación creciente del espacio público. El reparto urbano se ve afectado por el tránsito, las restricciones de circulación, la escasez de zonas de carga y descarga, y las regulaciones locales orientadas a reducir emisiones o proteger áreas residenciales.

De acuerdo con la OECD (2022), el volumen de entregas urbanas podría aumentar un 78% hacia 2030, lo que implicaría un incremento del 36% en los tiempos de entrega y un doble

impacto ambiental si no se implementan soluciones alternativas. Esta proyección entra en conflicto con los objetivos de sostenibilidad de muchas ciudades y con la promesa de inmediatez que domina el comercio digital.

3.4 Casos en Latinoamérica

La problemática de la última milla adquiere características particulares en Latinoamérica, donde las condiciones urbanas, económicas y sociales presentan desafíos estructurales. Si bien el consumo digital ha crecido de manera sostenida en la región, la capacidad logística para acompañar este crecimiento muestra serias limitaciones, especialmente en el tramo final del proceso: la entrega al consumidor.

Según Statista (2023), el comercio electrónico en América Latina experimentó un crecimiento superior al 25% anual entre 2020 y 2023, impulsado por una mayor bancarización digital y acceso a dispositivos móviles. Sin embargo, esta expansión de la demanda no ha sido acompañada por una evolución homogénea ni eficiente en términos operativos. Los siguientes casos ilustran la diversidad de situaciones y obstáculos que enfrentan los sistemas logísticos en la región.

Brasil: expansión digital con cuellos urbanos

Brasil es el mercado de e-commerce más grande de América Latina. Empresas como Mercado Livre, Amazon Brasil y Magazine Luiza han realizado inversiones significativas en infraestructura logística para cumplir con las expectativas del consumidor digital. Sin embargo, ciudades como São Paulo y Río de Janeiro enfrentan serias restricciones operativas: congestión urbana, zonas con altos índices de inseguridad y limitaciones legales para vehículos de carga en determinadas franjas horarias (ABRALOG, 2023). Esto obliga a utilizar rutas alternativas, ampliar las ventanas de entrega o establecer redes de lockers como medida paliativa.

México: incertidumbre fuera de zonas urbanas

En México, el crecimiento del comercio digital se concentra principalmente en Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara. Fuera de estos núcleos, las demoras en la última milla son

frecuentes, debido a la dispersión territorial y la falta de infraestructura logística intermedia. Según la AMVO (2023), uno de los principales factores de abandono de compra online es la incertidumbre respecto a los plazos y modalidades de entrega. Como respuesta parcial, cadenas como Oxxo se han integrado al sistema de distribución como puntos de retiro, especialmente útiles en regiones donde el delivery a domicilio no es viable.

Argentina: informalidad y esquemas híbridos

La logística de última milla en Argentina está fuertemente condicionada por el contexto macroeconómico. La inflación, las restricciones cambiarias y la alta informalidad entre los repartidores dificultan la profesionalización del sistema (*contexto macroeconómico vigente hasta Q1 2025, con señales recientes de reversión*). Operadores como Mercado Libre y Correo Argentino han adoptado modelos híbridos, combinando logística propia con servicios tercerizados y esquemas de reparto tipo “crowdsourced”. Si bien estos modelos permiten escalar rápidamente, implican una menor capacidad de control y generan experiencias de usuario dispares (CACE, 2023).

Colombia: bodegas urbanas y reparto hiperlocal

En ciudades como Bogotá y Medellín, se observa un enfoque innovador en la gestión de la última milla: la implementación de bodegas urbanas o “micro fulfillment centers”. Empresas como Rappi, Éxito y TCC han desarrollado estructuras descentralizadas de almacenamiento que permiten realizar entregas en cuestión de horas. Estas iniciativas mejoran los tiempos y reducen los trayectos, pero requieren un alto nivel de integración tecnológica, así como sistemas de predicción de demanda que aún no están generalizados entre operadores medianos o pequeños.

3.5 Última milla como cuello de botella sistémica

La última milla representa hoy una zona crítica en la estructura operativa del comercio digital. No es solo la fase final de la entrega: es el punto donde convergen múltiples tensiones que el sistema aún no ha logrado resolver. Como se ha expuesto en este capítulo, factores como tiempos de entrega impredecibles, costos operativos desproporcionados y congestión urbana creciente revelan que esta etapa no escala con la misma fluidez que otras partes de la cadena logística.

Cuando este fenómeno se analiza en el contexto del crecimiento exponencial del consumo impulsado por agentes inteligentes, el problema deja de ser puntual o táctico: se convierte en un cuello de botella sistémico. La lógica de funcionamiento de los agentes de IA — que operan en tiempo real, sin fricción, sin límites geográficos y con capacidad para generar demanda personalizada y continua— choca frontalmente con una infraestructura física basada en recorridos únicos, transporte terrestre y limitaciones urbanas. Mientras lo digital escala casi sin costo marginal, lo físico escala con recursos finitos: tiempo, espacio y fuerza laboral.

Este desajuste genera una fractura estructural entre oferta y entrega, que se amplifica por tres razones fundamentales:

- a. **Desincronización entre canales digitales y físicos:** Las plataformas pueden captar y convertir usuarios a un ritmo que la logística no puede sostener, especialmente en contextos de alta rotación (como retail, alimentación o tecnología).
- b. **Fragmentación territorial:** En muchas ciudades latinoamericanas, la infraestructura urbana no está pensada para soportar flujos logísticos masivos. Existen barrios sin acceso vehicular adecuado, zonas con restricciones regulatorias y regiones donde los operadores formales no llegan.
- c. **Multiplicación de órdenes unitarias:** La automatización del consumo a través de agentes genera una mayor cantidad de pedidos individuales, muchas veces impulsivos o atomizados, que no pueden ser agrupados en entregas eficientes, elevando la presión sobre cada trayecto logístico.

El resultado de este escenario es un sistema donde la capacidad de generar pedidos supera con creces la capacidad de entregarlos. Esto conlleva riesgos operativos —como saturación, incumplimientos, demoras— pero también riesgos estratégicos: pérdida de fidelización, erosión del valor de marca, aumento de los costos por reclamos y compensaciones, y tensiones regulatorias en entornos urbanos.

Más aún, cuando la infraestructura se vuelve el límite, el propio modelo de crecimiento digital basado en IA se vuelve insostenible. Se genera una paradoja: **la automatización pensada para eficientizar la experiencia termina acelerando un colapso operativo**. Es lo que esta tesis identifica como un punto de inflexión estructural.

Por eso, abordar la última milla no puede hacerse con soluciones reactivas o aisladas. Se requiere una revisión sistémica, que integre planificación urbana, algoritmos predictivos, nuevos puntos de entrega, redes colaborativas y una reconversión del diseño logístico tradicional.

Este enfoque será explorado en los capítulos siguientes, donde se propone una alternativa basada en una red descentralizada de puntos de entrega inteligentes, orientada a recuperar la sincronía entre el plano digital y el físico, anticipando el desbalance antes de que derive en una disrupción sistémica.

CAPITULO 4 – El desajuste entre consumo automatizado y capacidad logística

4.1 Enfoques teóricos sobre el desajuste entre consumo y entrega

El desbalance creciente entre la generación automatizada de consumo y la capacidad física de entrega puede ser comprendido desde distintos marcos conceptuales que abordan las tensiones estructurales en sistemas complejos.

En primer lugar, la teoría de los cuellos de botella, desarrollada por Eliyahu Goldratt en *The Goal* (1984), sostiene que todo sistema tiene un punto limitante que determina su rendimiento general. Optimizar partes del sistema que no son el cuello de botella no mejora el resultado global. En este caso, mientras las plataformas digitales escalan su capacidad de generar demanda, el rendimiento del sistema queda determinado por la última milla, que actúa

como cuello de botella estructural. Ignorar este límite puede producir saturación operativa, deterioro de la experiencia del cliente y pérdida de eficiencia sistémica.

En segundo lugar, la noción de sistemas complejos adaptativos (Holland, 1992) permite entender cómo los agentes inteligentes, al interactuar con usuarios y entre sí, generan comportamientos emergentes que no pueden ser anticipados por reglas lineales. Estos sistemas evolucionan de forma descentralizada y a un ritmo mucho más acelerado que las infraestructuras físicas que deberían acompañarlos, lo que genera un desajuste estructural que explica buena parte de la tensión operativa creciente.

Finalmente, el comercio digital moderno puede analizarse desde la perspectiva de los sistemas ciberfísicos (CPS), definidos como arquitecturas que integran componentes computacionales con elementos físicos mediante comunicación en tiempo real. En este marco, la desconexión entre el software que automatiza decisiones de compra y la infraestructura que debe ejecutarlas representa una falla de sincronización sistémica. Sin una integración fluida entre el plano digital y el físico, la promesa de eficiencia, personalización e inmediatez queda comprometida.

Estos marcos permiten comprender que el problema no es meramente operativo o tecnológico, sino sistémico. El crecimiento del consumo automatizado expone una debilidad estructural en el diseño de las cadenas de valor actuales, poniendo en riesgo su sostenibilidad operativa. Esta tesis se propone precisamente anticipar ese quiebre mediante una infraestructura más flexible, descentralizada e integrada desde el origen.

4.2 Crecimiento exponencial de la demanda digital

La digitalización del consumo ha dejado de ser una tendencia para convertirse en una dinámica estructural de la economía global. El acceso extendido a internet, la proliferación de smartphones, la bancarización digital y la adopción masiva de plataformas de e-commerce han transformado profundamente los hábitos de compra. En los últimos años, sin embargo, a esta evolución se ha sumado un nuevo acelerador: la inteligencia artificial como motor de automatización de la demanda.

A diferencia de etapas anteriores —donde el crecimiento del comercio online dependía de decisiones conscientes y planificadas—, el surgimiento de agentes inteligentes ha dado lugar a una nueva forma de consumo: permanente, personalizada y autónoma. Estos sistemas no solo facilitan el acceso, sino que lo estimulan activamente mediante recomendaciones dinámicas, automatización de compras recurrentes y flujos conversacionales diseñados para convertir usuarios en clientes con mínima fricción.

Según datos de McKinsey & Company (2023), más del 70% de las empresas que integraron IA generativa en sus canales de venta reportaron aumentos en la conversión y en la frecuencia de compra. A su vez, el informe de Salesforce (2023) señala que el 65% de los consumidores espera recibir sugerencias personalizadas en tiempo real, y el 53% declara haber comprado productos no previstos gracias a las recomendaciones algorítmicas.

Este fenómeno produce una nueva geometría del consumo, impulsada por tres fuerzas principales:

- a. **Automatización de la captación:** sistemas que detectan necesidades del usuario incluso antes de ser expresadas.
- b. **Personalización escalada:** algoritmos que ajustan en tiempo real productos, precios y mensajes según cada perfil.
- c. **Interacción continua:** interfaces que extienden indefinidamente el momento de compra, mediante asistentes, notificaciones o sugerencias activas.

A esto se suma el crecimiento sostenido de la base de usuarios conectados. En Latinoamérica, por ejemplo, la cantidad de compradores digitales pasó de 126 millones en 2019 a más de 200 millones en 2023 (Statista, 2023). Sin embargo, no se trata solo de más personas comprando, sino de personas comprando con más frecuencia, menos planificación y mayor delegación en la tecnología.

Este cambio se traduce en una aceleración que la infraestructura física no puede replicar. Cada pedido gestionado automáticamente por un sistema de IA implica un proceso físico de preparación, despacho y entrega. Pero la logística —y especialmente la última milla— está

limitada por factores como capacidad de transporte, tiempos reales de tránsito y disponibilidad de recursos humanos.

La evidencia empírica refuerza esta tensión. Según Accenture (2023), mientras el volumen de pedidos digitales crece a un ritmo compuesto del 22% anual, la capacidad operativa de entrega en zonas urbanas solo ha aumentado un 6% en el mismo período. Esta brecha revela un desfase estructural entre lo que la tecnología promete y lo que la infraestructura puede cumplir.

Además, los algoritmos de automatización y recomendación suelen estar diseñados para maximizar conversiones, sin contemplar la capacidad logística disponible. Esta lógica genera situaciones donde se privilegia la venta incluso cuando la red de distribución se encuentra al límite, alimentando el desbalance entre la velocidad comercial y la capacidad operativa.

Por su parte, el comportamiento del consumidor también se ha reconfigurado. Hoy se compra por impulso, desde múltiples dispositivos y en cualquier momento del día, bajo la expectativa de disponibilidad inmediata y entrega rápida. El “consumo sin fricción” se ha naturalizado como norma, y con él, la fragmentación de pedidos y la dispersión logística.

En conjunto, estos factores configuran un escenario en el que la demanda digital crece de forma exponencial, pero se apoya sobre una red operativa que crece de forma lineal o incluso estancada, especialmente en regiones con problemas estructurales como Latinoamérica. Este desajuste marca el inicio del cuello de botella sistémico que constituye el foco de esta tesis.

En las próximas secciones se explorarán las consecuencias de este desbalance en la experiencia del usuario, la percepción de los consumidores, y los riesgos operativos que se derivan de no anticipar este colapso anunciado.

4.3 Encuesta sobre percepción logística del consumidor

Con el objetivo de complementar el análisis desde una perspectiva experiencial y subjetiva, se realizó una encuesta a 74 consumidores online para relevar su percepción respecto a los tiempos, costos y eficiencia de la entrega de última milla. Los resultados se estructuraron en torno a los siguientes ejes clave:

Frecuencia de compras online: Los datos indican una alta recurrencia en el consumo digital, donde el 50% de los encuestados realiza compras "Varias veces por semana", y un 28% lo hace "Una vez por semana". (Ver Figura 1: Frecuencia de compras online).

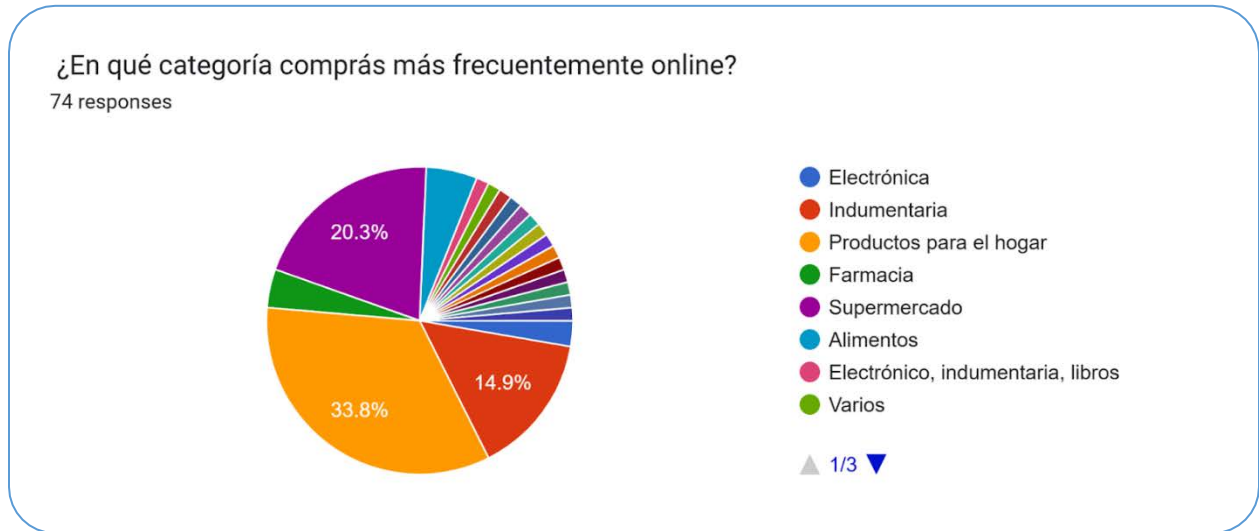
Figura 1. Frecuencia de compras online.



Fuente: Encuesta junio 2025

Categoría de compra online más frecuente: Las categorías con mayor volumen de compra son "Productos para el hogar" (34%), "Supermercado" (20%) e "Indumentaria" (15%). (Ver Figura 2: Categoría de compra online más frecuente).

Figura 2. Categoría de compra online más frecuente.



Fuente: Encuesta junio 2025

Tiempo de entrega ideal: La inmediatez es una expectativa central, con un 49% de los consumidores esperando la entrega "En 24 horas" y un 14% prefiriendo "El mismo día". (VerFigura 3: Tiempo de entrega ideal para una compra online).

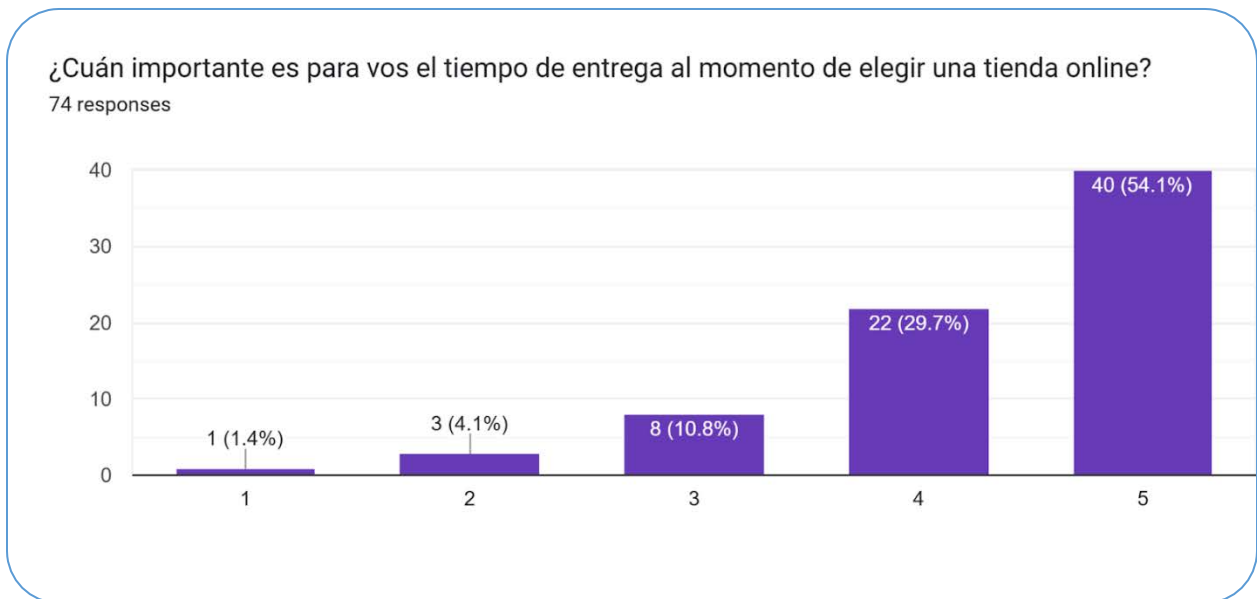
Figura 3. Tiempo de entrega ideal para una compra online



Fuente: Encuesta junio 2025

Importancia del tiempo de entrega: El tiempo de entrega es un factor determinante en la elección de una tienda online, siendo calificado como "Muy importante" (escala 5) por un 54% de los encuestados, y "4" por un 30% adicional. Solo un 1% lo considera "Nada importante". (Ver Figura 4: Importancia del tiempo de entrega al elegir una tienda online).

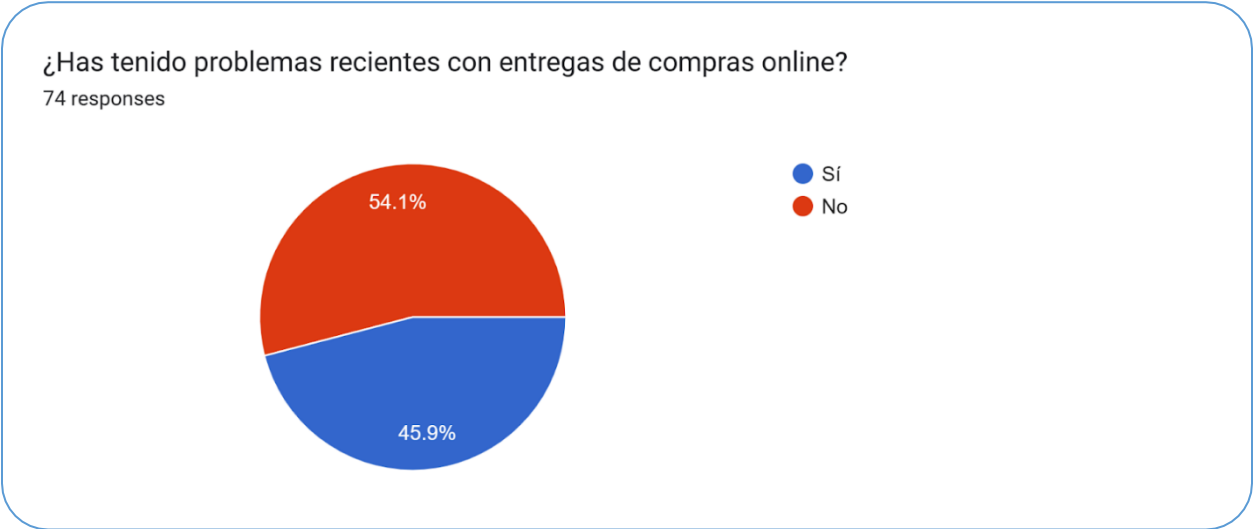
Figura 4. Importancia del tiempo de entrega al momento de elegir una tienda online



Fuente: Encuesta junio 2025

Problemas recientes con entregas: Un 46% de los participantes ha reportado haber tenido problemas recientes con entregas de compras online. (Ver Figura 5: Problemas recientes con entregas de compras online).

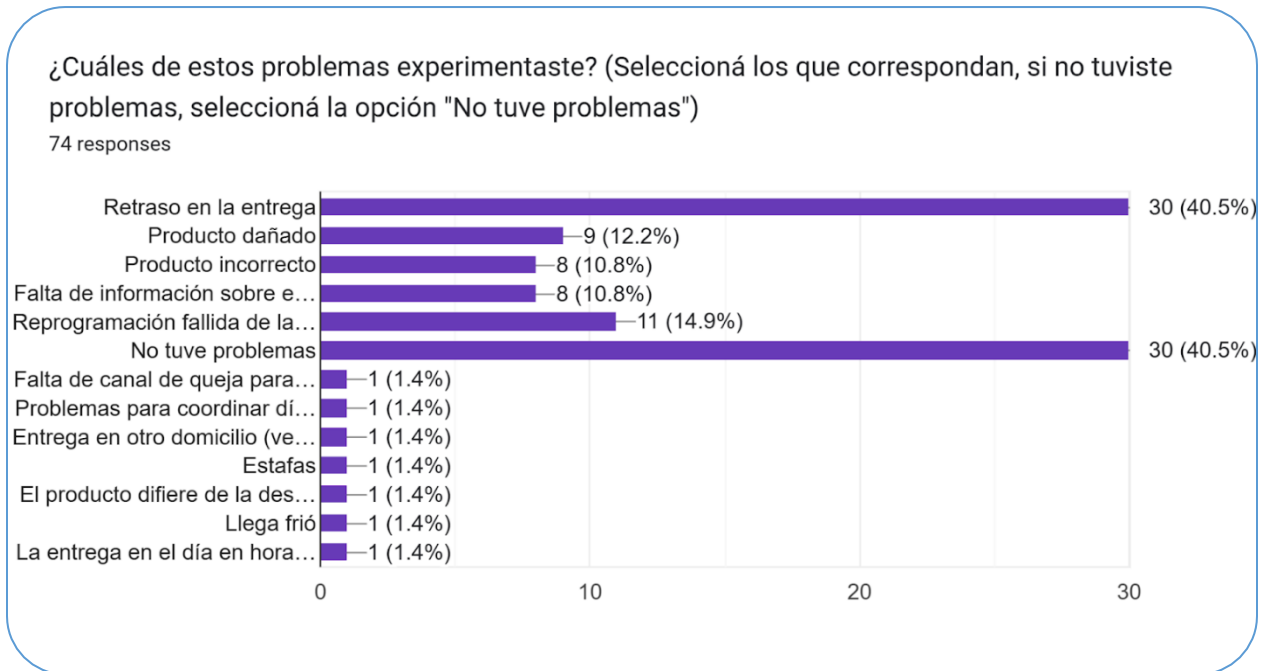
Figura 5. Problemas recientes con entregas de compras online.



Fuente: Encuesta junio 2025

Tipos de problemas experimentados: El principal problema experimentado es el "Retraso en la entrega", mencionado por un 41% de los encuestados. Otros problemas relevantes incluyen la "Falta de información sobre el envío" y la "Reprogramación fallida de la entrega", ambos con un 11% de las menciones. (Ver Figura 6: Tipos de problemas experimentados con entregas).

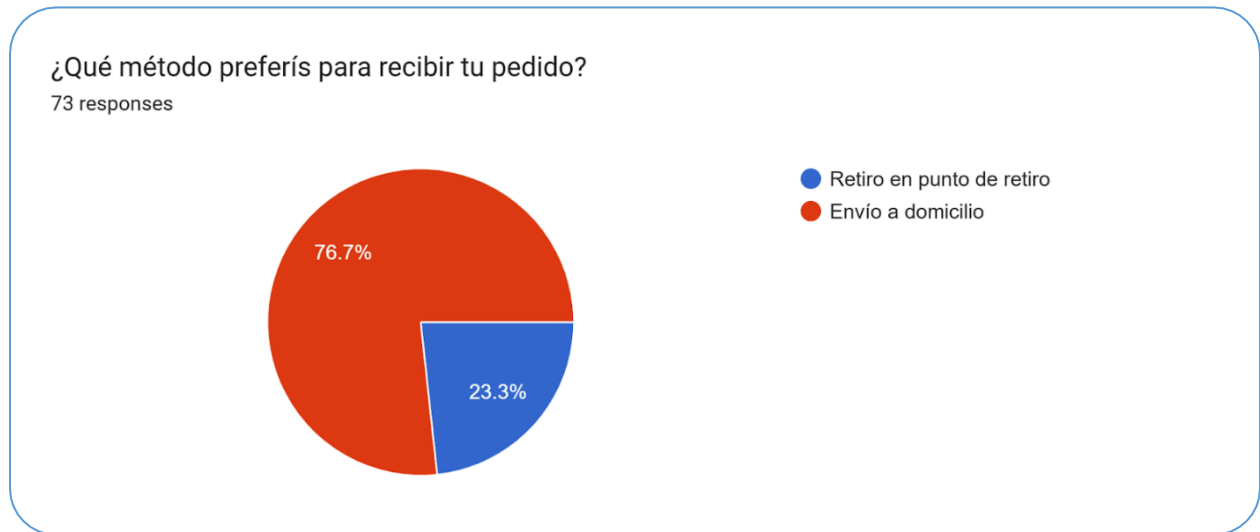
Figura 6. Tipos de problemas experimentados con entregas.



Fuente: Encuesta junio 2025

Método preferido para recibir el pedido: El "Envío a domicilio" es el método preferido por una amplia mayoría, con un 77% de las respuestas. (Ver Figura 7: Método preferido para recibir el pedido).

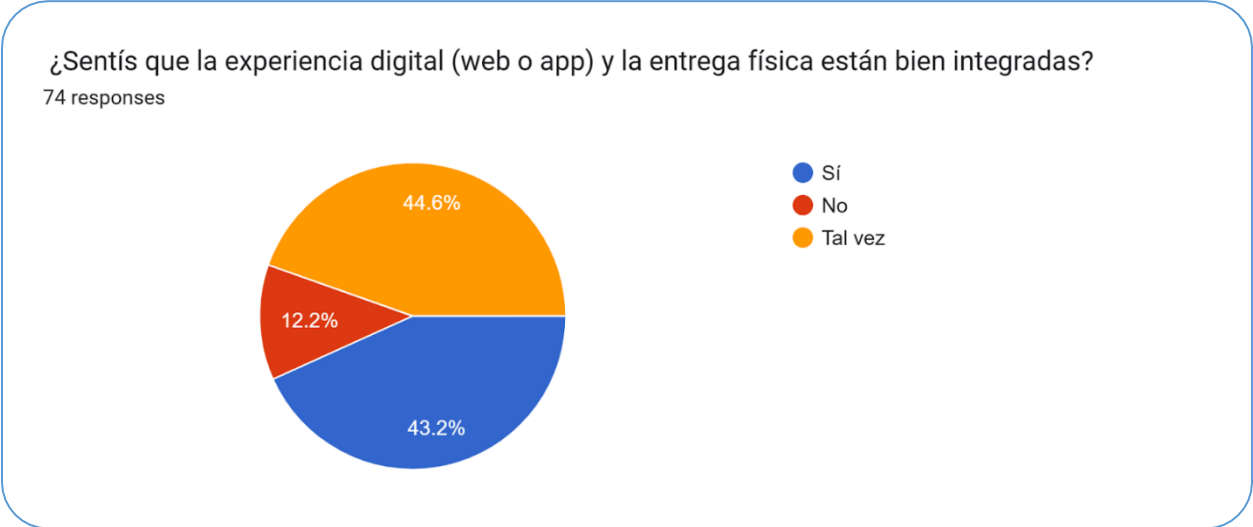
Figura 7. Método preferido para recibir el pedido.



Fuente: Encuesta junio 2025

Integración entre experiencia digital y entrega física: Existe una percepción dividida sobre la integración, con un 45% respondiendo "Tal vez" y un 12% "No" a la pregunta de si la experiencia digital y la entrega física están bien integradas. Un 43% cree que sí lo están. (Ver Figura 8: Integración de la experiencia digital y la entrega física).

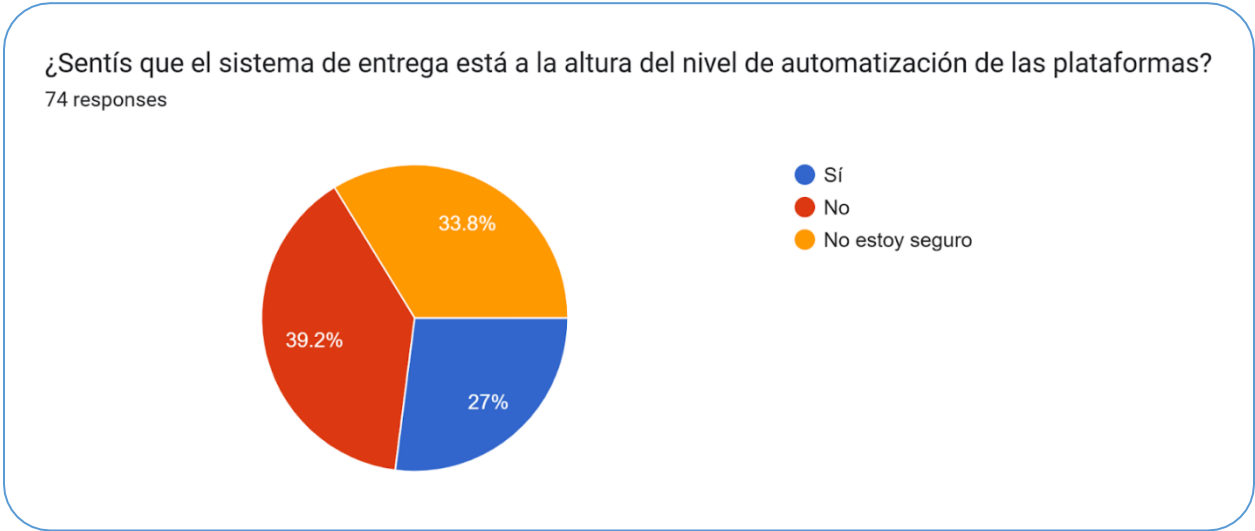
Figura 8. Integración entre experiencia digital y entrega física.



Fuente: Encuesta junio 2025

Nivel de automatización de la entrega vs. plataformas: La mayoría de los encuestados percibe un desajuste: un 39% considera que el sistema de entrega "No" está a la altura del nivel de automatización de las plataformas, mientras que un 34% "No está seguro". Solo un 27% cree que sí lo está. (Ver Figura 9: Nivel de automatización del sistema de entrega vs. plataformas).

Figura 9. Nivel de automatización de la entrega vs. plataformas.



Fuente: Encuesta junio 2025

Disposición a retirar en puntos inteligentes: Una amplia mayoría, el 78% de los encuestados, estaría dispuesto a retirar productos en puntos inteligentes cercanos si esto acelera la entrega. (Ver Figura 10: Disposición a retirar productos en puntos inteligentes cercanos si eso acelera la entrega).

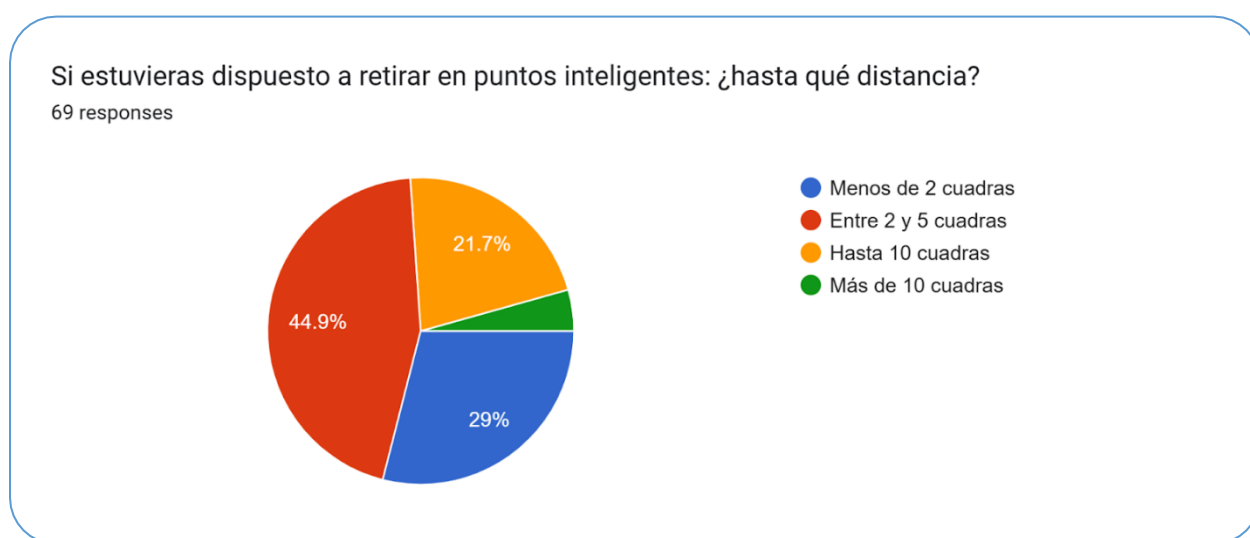
Figura 10. Disposición a retirar productos en puntos inteligentes cercanos si eso acelera la entrega.



Fuente: Encuesta junio 2025

Distancia máxima para retirar en puntos inteligentes: De quienes están dispuestos, el 45% lo haría si el punto está a "Menos de 2 cuadras", y un 29% "Hasta 10 cuadras". (Ver Figura 11: Distancia máxima para retirar en puntos inteligentes).

Figura 11. Distancia máxima para retirar en puntos inteligentes.



Fuente: Encuesta junio 2025

Hallazgos Clave:

Los resultados de la encuesta confirman un panorama de alta demanda digital y expectativas elevadas en cuanto a la inmediatez y eficiencia de la entrega, donde casi la mitad de los consumidores realiza compras online varias veces por semana y prioriza la recepción en 24 horas. Sin embargo, esta expectativa choca con una realidad operativa que genera fricciones: una parte significativa de los usuarios (46%) experimenta problemas frecuentes, siendo los retrasos y la falta de información los más recurrentes. A pesar de la fuerte

preferencia por el envío a domicilio, existe una clara desconexión percibida entre la sofisticación de las plataformas digitales impulsadas por IA y la capacidad del sistema de entrega, con un 39% que considera que la logística no está a la altura de la automatización. Esta brecha en la última milla es crítica para la satisfacción del cliente y la reputación de las marcas.

No obstante, la alta disposición de los consumidores (78%) a utilizar puntos de retiro inteligentes cercanos, incluso a distancias reducidas, sugiere una oportunidad tangible para aliviar la presión sobre el delivery domiciliario tradicional y mejorar la eficiencia de la última milla, un área que requiere una mayor integración y automatización con IA.

4.4 Evidencia del desajuste en la experiencia del usuario

A medida que la demanda digital crece impulsada por la automatización, comienzan a emerger fallas recurrentes en la experiencia del consumidor que señalan la existencia de un desajuste estructural entre lo que las plataformas prometen y lo que los sistemas logísticos pueden cumplir. Estas señales —a menudo subestimadas— funcionan como síntomas tempranos de un sistema que empieza a operar en tensión.

Uno de los principales puntos de fricción es la incertidumbre respecto a los tiempos de entrega. En un entorno donde la inteligencia artificial ofrece velocidad, inmediatez y personalización, cualquier demora o incumplimiento genera una disonancia fuerte con la expectativa creada. Según un estudio de PwC (2023), el 41% de los consumidores afirma que un retraso de más de 24 horas en la entrega disminuye significativamente su probabilidad de volver a comprar en la misma plataforma.

Además de los plazos, aparecen problemas en la calidad del servicio, como entregas incompletas, falta de seguimiento en tiempo real, y dificultades para coordinar con el repartidor. Estas fallas no solo impactan en la satisfacción del cliente, sino que también elevan los costos operativos de las empresas: atención al cliente, devoluciones, reembolsos y logística inversa.

La encuesta realizada en el marco de esta tesis, cuyos resultados detallados se presentan en la sección 4.3, refuerza esta problemática, evidenciando directamente el impacto del desajuste. Como se ha detallado, un significativo porcentaje de encuestados reportó haber

tenido problemas recientes con sus entregas de compras online, siendo los retrasos el inconveniente más frecuente. Esta situación es aún más crítica si se considera que los consumidores tienen una alta expectativa de inmediatez y valoran el tiempo de entrega como un factor "muy importante" en su decisión de compra. La preferencia abrumadora por el envío a domicilio complica la situación, ya que es precisamente en esta modalidad donde se concentran los desafíos logísticos.

Según la Cámara Argentina de Comercio Electrónico (CACE, 2023), el 29% de los reclamos en e-commerce están relacionados con la entrega, siendo la categoría más reclamada por encima del producto en sí. En Brasil, datos de ReclameAqui muestran que durante eventos como el Black Friday, el principal motivo de quejas son los retrasos o fallas logísticas, incluso cuando el sistema de compra funcionó correctamente.

Estos datos empíricos evidencian un fenómeno de asimetría de expectativas: el usuario experimenta un recorrido de compra fluido, personalizado y optimizado por IA, pero se encuentra con un proceso de entrega que sigue siendo manual, fragmentado y condicionado por factores urbanos, humanos y geográficos. Este choque entre front-end digital y back-end físico deteriora la percepción global de la experiencia.

A esto se suma un cambio en el estándar de tolerancia del consumidor. En contextos anteriores, una demora podía considerarse razonable; hoy, en cambio, se percibe como una falla del sistema, incluso si el origen del problema no está en la plataforma, sino en la cadena logística. Esto genera un fenómeno de sobrecarga reputacional sobre las marcas, que cargan con las consecuencias de un sistema que no controlan en su totalidad.

La automatización de la demanda, entonces, no ha sido acompañada por una automatización equivalente en la entrega. Y es precisamente en esa brecha donde se degrada la experiencia del usuario. Cuando el sistema no puede cumplir con las promesas que su interfaz sugiere, el efecto no es solo una pérdida de eficiencia, sino una pérdida de confianza. Esto se explica la teoría de las expectativas tecnológicas, que plantea que las innovaciones no solo introducen nuevas capacidades funcionales, sino que construyen promesas sociotécnicas sobre cómo deberían funcionar los sistemas (Borup et al., 2006). En este caso, la inteligencia artificial genera la expectativa de inmediatez, precisión y autonomía total en la experiencia de

compra. Sin embargo, cuando la infraestructura logística no logra sostener esa promesa, se produce una brecha de legitimidad entre lo que el sistema sugiere y lo que efectivamente puede cumplir. Esta disonancia genera frustración en el usuario, deteriora la confianza en la marca y erosiona la percepción del sistema en su conjunto.

4.5 Riesgos operativos y estratégicos del desequilibrio

El desajuste creciente entre el consumo automatizado y la capacidad logística de última milla no solo genera fricciones operativas aisladas, sino que configura un conjunto de riesgos sistémicos que pueden afectar tanto la sostenibilidad del modelo de negocio como la experiencia del usuario y la reputación de las marcas.

Riesgos operativos: colapso funcional

En un sistema sobrecargado por la demanda, el primer nivel de impacto se produce en la operación diaria:

Retrasos acumulativos: cuando la red no puede absorber el volumen de pedidos, los tiempos se extienden de forma no lineal, afectando incluso a entregas simples.

Errores logísticos: en contextos de saturación, aumenta la tasa de errores (productos mal enviados, entregas fallidas, pérdidas).

Costos de última hora: para evitar fallos, muchas empresas incurren en costos extraordinarios (entregas express, tercerización improvisada), lo cual erosiona márgenes.

Saturación de canales de soporte: el aumento de incidencias genera un pico en la demanda de atención al cliente, que a su vez se convierte en un nuevo cuello de botella.

Este efecto dominó no solo compromete la eficiencia, sino que hace visible un fenómeno crítico: la fragilidad del back-end logístico frente a la escalabilidad del front-end digital.

Riesgos estratégicos: pérdida de confianza y competitividad, más allá de los fallos operativos inmediatos, el desequilibrio entre lo digital y lo físico puede derivar en consecuencias de orden estratégico:

Pérdida de confianza del consumidor: cuando las expectativas creadas por una experiencia digital automatizada no se cumplen en la entrega, el usuario castiga con desconfianza y abandono.

Impacto reputacional: en contextos altamente competitivos, las fallas logísticas tienden a amplificarse en redes sociales y plataformas de reseñas, afectando la percepción general de la marca.

Fuga hacia plataformas más integradas: los consumidores migran hacia aquellas plataformas que logran alinear experiencia digital con cumplimiento físico, generando un efecto winner-takes-all.

Dificultad de retención: la inconsistencia entre promesa y cumplimiento mina la fidelidad del cliente, forzando a las empresas a invertir más en adquisición que en retención.

En síntesis, la falta de alineación entre el crecimiento automatizado de la demanda y la capacidad física para sostenerlo no es solo un problema logístico: es una amenaza estratégica. Aquellas compañías que no anticipen este desbalance estarán expuestas a sobrecostos, pérdida de eficiencia, deterioro de marca y fuga de usuarios.

A medida que el consumo se vuelve más intensivo, personalizado, deslocalizado y exponencialmente acelerado, el sistema requiere una reingeniería estructural que asegure la viabilidad del modelo.

CAPITULO 5 – Análisis estratégico del impacto de los agentes inteligentes

A medida que los agentes inteligentes se incorporan masivamente al comercio digital, su impacto no se limita al plano técnico o funcional. También reconfiguran la lógica competitiva, las capacidades diferenciales de las organizaciones y las condiciones de acceso al mercado. Para comprender esta transformación en profundidad, este capítulo recurre a dos marcos analíticos complementarios: por un lado, el modelo de las Cinco Fuerzas de Porter, que permite evaluar cómo la IA altera el equilibrio competitivo dentro de una industria; por otro, un análisis FODA,

que sintetiza fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del uso de agentes inteligentes desde una perspectiva estratégica y sistémica.

Estas herramientas permiten observar a la IA no solo como una innovación tecnológica, sino como un factor estructural que modifica el entorno de negocios, las condiciones de entrada al mercado, las posibilidades de diferenciación y los desafíos regulatorios y operativos que enfrentan tanto empresas como gobiernos.

5.1 Inteligencia artificial como ventaja competitiva: marco de Michael Porter

Michael Porter propuso en 1985 un marco que se convirtió en referencia obligada para el análisis estratégico: las Cinco Fuerzas Competitivas. Este modelo permite entender qué tan atractivo o desafiante es un sector, a partir de las presiones que enfrentan las empresas para sostener su rentabilidad: el poder de los clientes, el poder de los proveedores, la amenaza de nuevos entrantes, la amenaza de productos sustitutos y la rivalidad entre competidores existentes.

La incorporación de IA y agentes inteligentes en procesos comerciales, logísticos y de atención al cliente transforma profundamente cada una de estas fuerzas, al introducir nuevas capacidades, eliminar fricciones históricas, pero también generar nuevos riesgos y dependencias. Entender ese impacto es clave para diseñar estrategias competitivas sostenibles en el nuevo entorno digital.

Poder de negociación del cliente

La IA reduce la asimetría de información entre empresas y consumidores, empoderando al cliente con recomendaciones, comparaciones de precios y atención inmediata. Al mismo tiempo, permite generar experiencias hiperpersonalizadas, lo que refuerza la fidelidad y reduce la sensibilidad al precio. Un consumidor que siente que la marca lo comprende y le facilita la vida es menos propenso a migrar hacia la competencia, incluso cuando esta ofrece mejores condiciones económicas.

Amenaza de nuevos entrantes

La proliferación de herramientas *as-a-service* basadas en IA, APIs abiertas y modelos preentrenados ha reducido las barreras tecnológicas para lanzar nuevos productos. Sin embargo, los jugadores consolidados que cuentan con acceso a grandes volúmenes de datos propios, una infraestructura tecnológica madura y equipos especializados en IA logran convertir estas capacidades en nuevas barreras de entrada difíciles de igualar. En este contexto, el diferencial no está en adoptar IA, sino en hacerlo con una estrategia robusta, alineada a los procesos y enfocada en generar valor real.

Rivalidad entre competidores existentes

La adopción generalizada de inteligencia artificial intensifica la competencia, ya que todos buscan optimizar costos, reducir tiempos y mejorar la experiencia del usuario. Sin embargo, cuando las capacidades se homogenizan, el foco se desplaza hacia la calidad del modelo, la integración transversal y la cultura de experimentación dentro de la organización. El verdadero diferencial competitivo surge de cómo se orquesta la IA a lo largo de toda la cadena de valor.

Amenaza de productos sustitutos

Los agentes inteligentes permiten expandir y redefinir la propuesta de valor, lo que reduce la posibilidad de que otros productos o servicios sustituyan fácilmente la oferta de la empresa. Por ejemplo, una tienda que ofrece atención conversacional, recomendaciones personalizadas y entrega predictiva tiene un grado de conveniencia que un competidor tradicional no puede igualar. A la vez, la IA permite generar servicios complementarios que elevan el ticket promedio y aumentan los costos de cambio para el consumidor.

Poder de los proveedores

Las empresas que desarrollan infraestructura algorítmica (como OpenAI, Google Cloud o AWS) ganan influencia estratégica, al convertirse en proveedores clave de herramientas, datos y capacidad de cómputo. Esta dependencia tecnológica puede afectar la autonomía de las empresas más pequeñas, limitar su capacidad de innovación o exponerlas a cambios

unilaterales en precios y condiciones de servicio. A la vez, plantea desafíos en términos de gobernanza y soberanía digital.

Impacto en la cadena de valor y estrategias genéricas

El impacto de la inteligencia artificial no se limita al entorno competitivo externo; también transforma de forma profunda la configuración interna de las organizaciones. Su integración puede darse de manera transversal a lo largo de toda la cadena de valor, generando mejoras significativas en múltiples áreas.

En el ámbito de las operaciones, la IA permite automatizar la gestión de inventarios, optimizar procesos logísticos y anticipar fallas mediante mantenimiento predictivo. En marketing, habilita un análisis más preciso de sentimientos y comportamientos del consumidor, facilita una segmentación dinámica y permite personalizar los contenidos en tiempo real. En el área de ventas, impulsa el uso de interfaces conversacionales, sistemas de precios dinámicos y procesos de onboarding autónomos que reducen la fricción comercial. Finalmente, en el plano de la postventa, mejora la experiencia del cliente mediante asistentes virtuales, servicios de atención proactiva y análisis automatizado del feedback recibido.

Desde la perspectiva de las estrategias genéricas de Michael Porter, la inteligencia artificial puede respaldar tanto una estrategia de liderazgo en costos —al reducir errores, acortar tiempos y minimizar la dependencia del capital humano— como una estrategia de diferenciación, al ofrecer experiencias más ágiles, personalizadas y emocionalmente resonantes para el usuario final.

En este sentido, la combinación de eficiencia operativa y diferenciación experiencial habilitada por la IA constituye lo que muchos autores consideran una fuente sólida de ventaja competitiva sostenible en la economía digital actual.

5.2 Análisis FODA del uso de agentes inteligentes en el consumo

El modelo FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) permite sintetizar en una matriz las capacidades internas y las condiciones externas que afectan la viabilidad de una tecnología o modelo de negocio. En el caso de los agentes inteligentes, esta herramienta

resulta clave para identificar no solo lo que hoy funciona, sino también dónde están los riesgos ocultos y las oportunidades estratégicas no exploradas.

Fortalezas

Escalabilidad sin fricción: los agentes digitales pueden operar con millones de usuarios sin requerir infraestructura adicional proporcional.

Capacidad de personalización masiva: ofrecen contenidos y servicios adaptados en tiempo real, elevando la experiencia del usuario.

Reducción de costos operativos: automatizan tareas repetitivas, aceleran procesos y minimizan errores humanos.

Oportunidades

Acceso a nuevos mercados y segmentos: al operar 24/7 y en múltiples idiomas, permiten internacionalizar servicios y llegar a públicos antes inalcanzables.

Mejora de la experiencia del cliente: simplifican procesos, eliminan fricciones y aumentan la retención.

Integración con nuevos modelos de negocio: como delivery predictivo, suscripciones dinámicas o ecosistemas conversacionales.

Debilidades

Dependencia tecnológica crítica: requieren infraestructura robusta, conectividad constante y mantenimiento continuo.

Desacople entre demanda y capacidad logística: el crecimiento digital muchas veces no se acompaña de una expansión física adecuada.

Costos ocultos: incluyendo sesgos algorítmicos, fallos en la experiencia de usuario, o necesidad de entrenamiento constante.

Amenazas

Regulación y backlash social: preocupación por el uso de datos personales, opacidad de los modelos y concentración de poder en pocas plataformas.

Pérdida de confianza por mal funcionamiento: experiencias impersonales o errores sistemáticos pueden erosionar la lealtad de los usuarios.

Saturación en la última milla: los sistemas logísticos tradicionales no logran acompañar el ritmo de automatización de la demanda.

Este análisis revela que, si bien los agentes inteligentes habilitan ventajas estructurales claras, también implican desafíos sistémicos que no pueden ser ignorados. Su integración debe ser acompañada de infraestructura física resiliente, políticas públicas inteligentes, y una mirada crítica sobre las implicancias sociales y éticas de su expansión.

5.3 Riesgos estratégicos del desajuste físico-digital

Si bien la inteligencia artificial representa una ventaja competitiva evidente en términos de eficiencia, personalización y escalabilidad, su adopción descoordinada respecto de la infraestructura logística puede generar un conjunto de riesgos estratégicos que amenazan la sustentabilidad del modelo de negocio.

Uno de los problemas centrales identificados en esta tesis es precisamente el desbalance entre el crecimiento de la demanda digital automatizada y la capacidad física de respuesta. En esta sección se profundizan estos riesgos y se analiza su impacto en la competitividad y percepción de valor por parte del usuario.

Saturación física frente a escalabilidad digital

Una de las amenazas más críticas es el desajuste entre el crecimiento de la demanda — impulsado por sistemas algorítmicos escalables— y la capacidad física de entrega. Mientras un agente puede generar miles de recomendaciones y compras en tiempo real, cada uno de esos pedidos debe pasar por procesos materiales: embalaje, transporte, entrega. En ausencia de una red logística que pueda escalar al mismo ritmo, se produce un cuello de botella operativo. Este

desbalance compromete la experiencia del usuario, aumenta los costos logísticos, y puede llevar al colapso de operaciones en momentos de alta demanda.

En contextos urbanos densos y saturados, como los de grandes ciudades de América Latina, este desajuste puede amplificarse por la falta de planificación urbana, infraestructura limitada y condiciones de tránsito imprevisibles. Lejos de mejorar la experiencia, la automatización sin soporte físico puede terminar por agravar los cuellos de botella existentes.

Riesgo de sobrepromesa algorítmica

Los sistemas de IA pueden crear expectativas elevadas en torno a la conveniencia, la inmediatez o la personalización. Sin embargo, si esas promesas no se ven reflejadas en la entrega efectiva del producto o servicio, se genera una brecha entre lo que el sistema anuncia y lo que el cliente realmente experimenta. Esto no solo afecta la conversión, sino que daña la relación a largo plazo con el usuario, quien puede percibir la experiencia como inconsistente o engañosa. La automatización, en este sentido, no puede ser entendida como un fin en sí mismo, sino como parte de un ecosistema de cumplimiento.

Desigualdad territorial y digital

En contextos urbanos fragmentados como los de América Latina, donde existen fuertes disparidades en acceso a infraestructura y conectividad, el despliegue de soluciones basadas en IA puede profundizar desigualdades. Usuarios que viven en zonas sin cobertura logística o con acceso limitado a tecnología quedan excluidos de estas nuevas formas de consumo automatizado. El riesgo no es solo operativo, sino también social: se crea una segmentación entre quienes pueden integrarse plenamente al sistema digital y quienes quedan fuera del circuito por su ubicación o condición socioeconómica.

Esto refuerza la necesidad de que cualquier innovación algorítmica sea acompañada por una infraestructura física capilar, resiliente y accesible, capaz de democratizar el acceso a los beneficios del consumo digital.

Crisis reputacional y presión regulatoria

A medida que la automatización del consumo se expande, también lo hacen sus externalidades: aumento del tráfico urbano, emisiones contaminantes, presión sobre los barrios residenciales, generación de residuos. Estas consecuencias pueden derivar en conflictos con gobiernos locales, restricciones normativas o rechazo social.

De hecho, ya existen casos en ciudades europeas donde se han limitado las entregas nocturnas, el estacionamiento de vehículos logísticos o la instalación de lockers automatizados en espacios públicos. Las empresas que no contemplen estos escenarios podrían enfrentar obstáculos regulatorios, boicots o pérdida de legitimidad.

En este contexto, la coordinación entre infraestructura digital e infraestructura logística se vuelve crítica. Las organizaciones que no diseñen sus sistemas con una mirada sistémica corren el riesgo de volverse víctimas del mismo impulso tecnológico que pretendía posicionarlas por delante de la competencia.

CAPÍTULO 6 – Propuesta: red descentralizada de puntos inteligentes

A partir del análisis previo sobre el desajuste entre el auge del consumo automatizado y las limitaciones de la logística de última milla, este capítulo desarrolla una propuesta concreta para mitigar ese desbalance: una red descentralizada de puntos de entrega inteligentes. Esta propuesta se articula con marcos teóricos consolidados y se estructura para responder a las demandas operativas, tecnológicas y sociales del comercio digital contemporáneo.

6.1 Descripción del modelo y marco teórico de referencia

La solución propuesta se basa en la implementación de una red urbana de lockers inteligentes, también denominados nodos de almacenamiento temporal o estaciones de entrega automatizadas. Estos puntos están ubicados estratégicamente en zonas residenciales, centros comerciales, estaciones de transporte o espacios públicos de alto tránsito, con el objetivo de acercar físicamente el punto de entrega al consumidor, pero sin depender de la disponibilidad horaria o presencial de este.

Los lockers funcionan como puntos intermedios entre los centros de distribución y los consumidores finales, integrando la última milla con una lógica más descentralizada, eficiente y autónoma. Están diseñados para operar con mínima intervención humana, mediante sensores, conectividad permanente y software de control en tiempo real. Esto permite programar entregas y retiros de forma flexible, incluso en horarios no convencionales, adaptándose a los nuevos ritmos de consumo urbano.

Cada nodo de entrega está gestionado por algoritmos inteligentes que optimizan su utilización considerando múltiples variables, tales como la demanda proyectada en la zona, la ocupación actual del sistema, los patrones históricos de consumo y condiciones contextuales como el clima, el tráfico o la ocurrencia de eventos especiales (ej. ferias, recitales, elecciones). Esta capa de inteligencia busca redistribuir la presión operativa típica de la última milla, minimizando los intentos fallidos de entrega, reduciendo la congestión vehicular y mejorando sustancialmente la experiencia del usuario final, que gana autonomía y previsibilidad.

Desde el punto de vista conceptual, el modelo se sustenta en varios marcos teóricos complementarios que le otorgan solidez técnica y estratégica:

Logística capilar y micrologística

Este enfoque propone descentralizar la entrega mediante una red densa de pequeños nodos de bajo volumen y alta frecuencia. La lógica capilar reduce la distancia media de reparto, lo que se traduce en menor tiempo de entrega, menos emisiones y mayor flexibilidad ante variaciones de demanda. Según Gonzalez-Feliu et al. (2012), este tipo de estructura es especialmente útil en entornos urbanos densos, donde las restricciones de tráfico, las ventanas horarias y la multiplicidad de actores dificultan los modelos tradicionales centralizados.

Logística 4.0 y ciudades inteligentes

El modelo se alinea con los principios de la Logística 4.0, que integra tecnologías como Internet de las Cosas (IoT), analítica predictiva, sistemas autónomos y automatización para

construir redes logísticas conectadas, eficientes y sostenibles. Taniguchi et al. (2021) y Wamba & Akter (2019) destacan que en el contexto de las ciudades inteligentes, la logística deja de ser un mero eslabón económico y se convierte en parte esencial de la infraestructura urbana inteligente, aportando datos, eficiencia y capacidad de respuesta en tiempo real.

Economía colaborativa e infraestructura compartida

Lejos de ser una red exclusiva para un operador logístico, se propone un modelo de infraestructura abierta, donde distintos actores del ecosistema de comercio electrónico puedan compartir la red de lockers mediante acuerdos operativos o modelos de negocio colaborativos. Esta lógica de locker sharing permite maximizar el uso de la infraestructura instalada, reducir costos fijos y facilitar la escalabilidad del sistema. Estudios recientes (MDPI, 2023b; Sundarakani & Tan, 2020) argumentan que los modelos compartidos no solo optimizan el uso de recursos, sino que mejoran la cobertura territorial sin necesidad de grandes inversiones redundantes.

Teoría de redes complejas y diseño modular

Desde una perspectiva sistémica, la red se concibe como un sistema distribuido y modular, donde cada nodo puede operar de manera relativamente autónoma, pero mantiene interdependencia funcional con el resto de la red. Este tipo de diseño, basado en la teoría de redes complejas (Barabási, 2002; Batty, 2007), ofrece mayor resiliencia frente a fallos o disrupciones localizadas, facilita el crecimiento progresivo sin comprometer la estabilidad del sistema y permite adaptaciones rápidas ante cambios en la demanda o en la configuración urbana.

En conjunto, estos marcos permiten pensar la red no solo como un canal logístico optimizado, sino como una infraestructura urbana habilitante y adaptativa, capaz de integrarse a los flujos de la ciudad, absorber las tensiones del crecimiento del e-commerce, y escalar de manera sostenible en función de las dinámicas territoriales y tecnológicas. La combinación de inteligencia artificial, descentralización operativa y diseño modular convierte a esta propuesta en una solución de nueva generación para los desafíos estructurales de la última milla.

6.2 Integración tecnológica: Algoritmos predictivos y logística urbana

La eficacia del sistema propuesto se sustenta en una integración tecnológica robusta, capaz de articular componentes predictivos, sensores físicos y plataformas interoperables dentro del entramado urbano. Esta integración no solo habilita una operación eficiente y escalable, sino que constituye el núcleo operativo de una red de entrega verdaderamente inteligente. A continuación, se detallan los cuatro pilares tecnológicos que estructuran esta propuesta:

Algoritmos predictivos

La anticipación es un elemento central en la eficiencia del sistema. A través de algoritmos basados en aprendizaje automático, se procesan datos históricos de entregas, patrones de consumo, estacionalidad, condiciones climáticas y eventos urbanos para anticipar picos de demanda en zonas específicas. Estos modelos permiten ajustar dinámicamente la asignación de paquetes, optimizar las rutas de distribución y reducir la congestión logística antes de que se manifieste. La capacidad de anticipación no solo mejora los tiempos de entrega, sino que también contribuye a una utilización más racional de los recursos operativos.

Plataforma de gestión logística urbana

La plataforma central actúa como un cerebro operativo que coordina en tiempo real a todos los actores involucrados: comercios, operadores logísticos, usuarios y puntos de entrega. Su arquitectura permite la integración vía API con plataformas de e-commerce, asistentes conversacionales y sistemas internos de los operadores, generando un ecosistema logístico interoperable. Además, gestiona el estado de los nodos de entrega, ajusta las rutas según la demanda y permite una comunicación bidireccional con los usuarios, lo que habilita una operación más flexible, transparente y personalizada.

Internet de las Cosas (IoT) y sensorización

Cada punto de entrega de la red está equipado con sensores que monitorean variables clave como temperatura, apertura de compartimentos, niveles de ocupación y consumo energético. Estos dispositivos envían información en tiempo real a la plataforma central, permitiendo la toma de decisiones automatizadas, como el desvío de entregas ante saturación o la activación de protocolos de mantenimiento preventivo. La sensorización constituye así una capa fundamental de inteligencia física, que permite la operación autónoma y resiliente del sistema.

Seguridad y trazabilidad

La trazabilidad completa de los paquetes y del uso de los nodos es garantizada mediante sistemas de acceso validados por códigos únicos, tecnologías QR o aplicaciones móviles. Cada operación queda registrada en el sistema, lo que no solo minimiza el riesgo de fraude o pérdida, sino que también permite generar métricas de uso, desempeño y comportamiento del usuario. Esta capa de seguridad refuerza la confianza en el sistema y constituye una fuente valiosa de datos para su mejora continua.

6.3 Ubicación estratégica y criterios operativos

La efectividad de una red descentralizada de puntos de entrega no depende únicamente de la tecnología implementada, sino también de su integración territorial inteligente. La ubicación de los nodos, su tipología, su operación diaria y su interoperabilidad son factores críticos para garantizar tanto el uso sostenido por parte de los usuarios como la viabilidad económica y logística del sistema. Esta sección analiza los principales criterios que guían el diseño territorial y operativo del modelo, desde la selección de emplazamientos hasta las políticas de funcionamiento y mantenimiento.

Criterios para la selección de ubicación

Se priorizan zonas de alta densidad poblacional, con flujo constante de personas (como estaciones de transporte, universidades o centros comerciales), accesibilidad peatonal, condiciones de seguridad, y disponibilidad de infraestructura física y permisos regulatorios. La

identificación de ubicaciones óptimas se realiza mediante mapas de calor, algoritmos geoespaciales y análisis de datos históricos de consumo.

Tipología de nodos

La arquitectura de la red se concibe como un sistema híbrido y flexible, compuesto por diferentes tipos de nodos, adaptados a contextos urbanos específicos y a las características de la demanda. Se identifican tres tipologías principales:

Lockers fijos en espacios públicos o semipúblicos: Se instalan en ubicaciones de alta circulación y permanencia, como supermercados, estaciones de servicio o centros comunitarios. Estos dispositivos están diseñados para ofrecer accesibilidad continua, automatización en el retiro y devolución de paquetes, y operación autónoma mediante sensores y validaciones digitales.

Puntos de recolección en comercios aliados (modelo de conveniencia): Se integran con pequeños o medianos establecimientos comerciales, los cuales funcionan como puntos de entrega y retiro. Esta modalidad permite extender la cobertura territorial aprovechando la infraestructura existente, dinamiza las economías locales y reduce la necesidad de inversión en nodos propios.

Unidades móviles de entrega inteligente: Se trata de estructuras móviles o temporarias, capaces de desplegarse en eventos masivos, zonas con demanda estacional o barrios con infraestructura limitada. Estas unidades permiten una adaptabilidad espacial y temporal que refuerza la resiliencia y flexibilidad operativa del sistema.

Modelo operativo

El funcionamiento eficaz de una red descentralizada de puntos de entrega inteligentes requiere de un modelo operativo cuidadosamente diseñado, que garantice la confiabilidad del sistema, una rotación eficiente de los paquetes y la sostenibilidad a largo plazo de las operaciones. Este modelo contempla una serie de lineamientos y prácticas que permiten optimizar la logística, minimizar los riesgos de saturación, facilitar el mantenimiento y asegurar

la interoperabilidad entre actores. Entre los elementos operativos más relevantes se destacan los siguientes:

Ventanas horarias programadas para abastecimiento: La logística de carga y descarga de los nodos se organiza en franjas horarias específicas, preferentemente durante la noche o en momentos de bajo flujo vehicular. Esta estrategia permite reducir la interferencia con el tránsito urbano, disminuir los tiempos de operación y evitar la congestión logística en zonas de alta densidad.

Política de permanencia limitada de paquetes: Para evitar el colapso de la red por acumulación de entregas no retiradas, se establece un plazo máximo de permanencia de los paquetes en los compartimentos —usualmente entre 48 y 72 horas—. Transcurrido ese período, se activa un protocolo de gestión que puede incluir la devolución al remitente, la reubicación en otro nodo o el contacto con el usuario para coordinar una solución alternativa.

Mantenimiento predictivo mediante sensorización: La red cuenta con sensores que monitorean en tiempo real variables críticas como temperatura, apertura, ocupación, energía y señales de vandalismo o fallas técnicas. Esta capa de sensorización permite activar alertas automáticas y programar tareas de mantenimiento preventivo antes de que ocurran fallos operativos, lo cual prolonga la vida útil de los nodos y reduce costos de reparación.

Interoperabilidad entre múltiples operadores: El sistema está diseñado para permitir su uso compartido por distintas empresas logísticas, comercios o plataformas de e-commerce. Para ello, se adoptan estándares comunes de conectividad, autenticación y seguridad, que aseguran una operación fluida y colaborativa. Esta interoperabilidad no solo multiplica el impacto de la infraestructura instalada, sino que también reduce la duplicación de recursos y favorece economías de escala.

La implementación de una red descentralizada de lockers inteligentes no solo resuelve el cuello de botella operativo característico de la última milla, sino que también genera un conjunto de beneficios sistémicos que impactan de manera positiva en múltiples niveles: desde las operaciones logísticas de las empresas, hasta la experiencia de los usuarios y la sostenibilidad de las ciudades.

Eficiencia operativa y sustentabilidad ambiental

Uno de los impactos más inmediatos de esta solución es la optimización de rutas y la reducción de entregas fallidas, dos de los factores que más encarecen la logística urbana. Al consolidar múltiples envíos en un solo punto de entrega —accesible y automatizado— se reducen las paradas por unidad entregada, los kilómetros recorridos por vehículo y los tiempos muertos asociados a intentos fallidos de entrega por ausencia del destinatario.

Según estimaciones del World Economic Forum (2020), la implementación de puntos de entrega intermedios en zonas urbanas densas puede reducir los costos logísticos hasta un 51%, especialmente cuando se integran con algoritmos de optimización de rutas. Esta eficiencia no solo tiene un beneficio económico, sino también ambiental: menos viajes redundantes se traducen en menor congestión vehicular, menos consumo de combustible y una significativa disminución de las emisiones de CO₂, contribuyendo a los objetivos de sostenibilidad de las ciudades.

Escalabilidad estructural

El modelo se basa en una arquitectura modular e incremental, lo cual permite una expansión progresiva sin necesidad de grandes inversiones iniciales ni rediseños estructurales. La instalación de nuevos nodos puede responder directamente a la evolución de la demanda, adaptándose a patrones territoriales, estacionales o socioeconómicos.

Además, la interoperabilidad entre operadores logísticos y comerciales —es decir, la posibilidad de que distintas empresas compartan el uso de la misma infraestructura— permite evitar la duplicación innecesaria de recursos, reduce el costo unitario de operación y acelera el despliegue de la red a gran escala. Este atributo es especialmente relevante en economías emergentes, donde la inversión en infraestructura logística es limitada y debe ser altamente eficiente.

Resiliencia sistémica

A diferencia de los modelos centralizados, donde una disrupción en el centro de distribución puede paralizar toda la operación, la red distribuida de lockers ofrece una mayor

capacidad de absorción de shocks. Esta resiliencia es clave frente a escenarios cada vez más frecuentes como eventos climáticos extremos, conflictos sociales o crisis sanitarias.

Al operar con múltiples nodos relativamente autónomos, la red puede reconfigurarse dinámicamente ante cortes de rutas, cierre de zonas o picos de demanda inesperados. Esta característica no solo garantiza la continuidad operativa, sino que refuerza la confiabilidad percibida del sistema por parte de usuarios y comercios, elemento clave para su adopción masiva.

Plataforma urbana habilitante

Más allá de su rol como solución logística, la red puede pensarse como una infraestructura habilitante que abre nuevas posibilidades para actores que antes quedaban excluidos de la economía digital. Al ofrecer una interfaz estandarizada y accesible, pequeños comercios, emprendedores o cooperativas pueden integrarse a redes de distribución de última generación sin necesidad de contar con flotas propias o contratos con grandes operadores.

Esta infraestructura también habilita modelos de negocio innovadores, como el pick-up descentralizado, el delivery entre pares, o el préstamo de objetos físicos entre usuarios. Además, puede combinarse con iniciativas de inclusión digital o servicios públicos, como puntos de Wi-Fi, lockers para trámites administrativos o recepción de medicamentos en barrios con baja cobertura logística.

En conjunto, estos atributos convierten al sistema propuesto en mucho más que una mejora operacional: se trata de una solución sistémica, que aporta eficiencia, resiliencia, equidad y sustentabilidad, alineándose con los principios de una ciudad inteligente, inclusiva y centrada en el usuario.

CAPÍTULO 7 – Conclusión y recomendaciones

7.1 Validación del problema y fundamentos de la solución

El problema que motivó esta tesis plantea que el auge del consumo digital automatizado, habilitado por agentes de inteligencia artificial cada vez más sofisticados y autónomos, está generando un desbalance sistémico entre la demanda digital y la capacidad física de respuesta

de la logística de última milla. Este desbalance, lejos de ser una anomalía puntual, representa una omisión estructural en el diseño de muchos modelos de negocio digitales actuales, que priorizan la fricción cero en la compra sin contemplar su impacto acumulativo sobre la infraestructura logística.

A lo largo de la tesis, este problema fue contrastado desde distintos ángulos:

Se evidenció que los agentes de inteligencia artificial están transformando radicalmente el patrón de consumo, al automatizar decisiones de compra, ejecutar órdenes sin intervención humana, y generar nuevas ventanas de consumo asincrónicas, que amplifican la frecuencia y volumen de pedidos en horarios no tradicionales.

Se demostró que la logística de última milla, aún en mercados desarrollados, presenta límites operativos difíciles de escalar rápidamente: congestión urbana, costos crecientes, tiempos de entrega poco predecibles y elevada tasa de errores en la entrega final.

Se identificaron signos concretos de saturación en ciudades donde la densidad de órdenes no se corresponde con la infraestructura disponible, generando retrasos sistemáticos, reclamos de usuarios y un aumento de la presión sobre los equipos de soporte y distribución.

Se concluyó que una red descentralizada de puntos de entrega inteligentes, sustentada en algoritmos predictivos y herramientas de gestión urbana, representa una solución preventiva y adaptable. Este modelo permite redistribuir la carga operativa, aumentar la resiliencia del sistema y generar una experiencia de usuario más autónoma, predecible y eficiente.

Además, el modelo propuesto se alinea con tendencias globales que apuntan a una logística urbana más sustentable, reduciendo emisiones, minimizando el uso ineficiente de recursos y apoyando el desarrollo de infraestructuras flexibles y compartidas.

En conjunto, los hallazgos permiten afirmar que el problema identificado no solo es real, sino que adquiere mayor urgencia en un contexto donde la inteligencia artificial está acelerando la generación de consumo sin que exista una respuesta física equivalente en el plano operativo. Ignorar esta brecha es aceptar, implícitamente, que la eficiencia digital puede avanzar a expensas de la sostenibilidad operativa, una tensión que esta tesis invita a resolver de manera estratégica y anticipada.

7.2 Reafirmación del diagnóstico

El análisis desarrollado permite reafirmar un diagnóstico crítico, pero ampliamente subestimado en el debate actual sobre el crecimiento del comercio digital: la infraestructura logística no está evolucionando al mismo ritmo que la automatización del consumo.

Si bien se ha prestado una atención considerable a la mejora de interfaces, algoritmos de recomendación y agentes de compra autónomos, la capacidad material de cumplir con esas promesas digitales —es decir, de entregar efectivamente los productos— ha quedado rezagada. Este desfase se agrava en contextos urbanos, donde las restricciones de espacio, tránsito y recursos humanos ya condicionan el funcionamiento normal de la última milla.

Los siguientes elementos reafirman la urgencia de este diagnóstico:

La progresiva desconexión entre lo digital y lo físico: mientras que el front-end de la experiencia de compra ha logrado eliminar casi por completo la fricción —gracias a la IA, la personalización y el *one-click ordering*—, el back-end logístico sigue anclado en modelos que no escalan lineal ni exponencialmente. La consecuencia es un cuello de botella crónico, donde la promesa de inmediatez se ve frustrada por las limitaciones estructurales.

El riesgo de colapso operacional como fenómeno silencioso: los síntomas de saturación (entregas fallidas, cancelaciones, tiempos impredecibles, reclamos) suelen ser tratados como fallas puntuales o excepcionales. Sin embargo, esta tesis plantea que deben ser interpretados como síntomas de una arquitectura logística mal dimensionada frente a un nuevo paradigma de consumo.

El impacto económico indirecto: más allá del costo logístico directo, el deterioro de la experiencia de entrega genera fricción en la fidelización, reduce el NPS y traslada costos al área de atención al cliente. Además, condiciona la expansión futura del canal digital, ya que la incapacidad de escalar las operaciones limita el volumen que el sistema puede procesar sin comprometer su estabilidad.

La ausencia de planificación urbana alineada con el consumo automatizado: muchas ciudades aún no integran en sus políticas de movilidad, espacio público o regulación comercial una visión coherente con el auge del e-commerce automatizado. Esto hace que la expansión

digital avance en un vacío logístico que, tarde o temprano, impactará en la calidad de vida urbana y en la eficiencia sistémica.

En conjunto, el diagnóstico reafirmado señala que el problema no es tecnológico, sino estratégico: se ha invertido en hacer que el consumo sea más *seamless* (fluido, sin fricciones), pero no en garantizar que ese consumo pueda sostenerse en la práctica. Este desbalance puede mantenerse en niveles bajos de demanda, pero no es sostenible a medida que el consumo automatizado se masifica.

7.3 Valor estratégico de anticiparse

En un contexto donde el crecimiento del consumo digital automatizado es irreversible y su velocidad está determinada por la evolución de la inteligencia artificial, la capacidad de anticiparse a sus consecuencias logísticas se convierte en una ventaja competitiva estratégica. No se trata únicamente de reaccionar ante un eventual colapso operativo, sino de rediseñar proactivamente la infraestructura para que dicho colapso no ocurra.

Anticiparse implica reconocer de manera temprana los límites del sistema actual, no solo desde una perspectiva operativa, sino también desde una mirada sistémica que interprete las señales de saturación no como anomalías, sino como síntomas estructurales de un desajuste creciente.

En este sentido, es fundamental redirigir inversiones tecnológicas no solo hacia el *front-end* del consumo, sino también hacia el *back-end* del cumplimiento, priorizando atributos como resiliencia, flexibilidad y sostenibilidad. La promesa de la inteligencia artificial aplicada al consumo requiere una contrapartida física robusta, capaz de sostener la eficiencia digital sin poner en riesgo la experiencia de entrega.

Desde el punto de vista empresarial, actuar de forma anticipada permite evitar costos ocultos asociados a entregas fallidas, reembolsos, saturación del soporte y pérdida de clientes; además de preservar la promesa de marca en términos de confiabilidad, rapidez y experiencia integral, y capturar valor reputacional como actor innovador capaz de resolver desafíos críticos antes de que escalen.

Desde una mirada urbana y social, anticiparse posibilita el diseño de soluciones que armonicen el crecimiento del comercio digital con la calidad de vida en las ciudades, evitando que la logística de última milla se convierta en una fuente persistente de conflicto, congestión y deterioro ambiental.

7.4 La oportunidad de rediseñar la infraestructura logística

El valor estratégico de anticiparse no reside solo en evitar el colapso, sino en transformar una amenaza emergente en una oportunidad de liderazgo y rediseño estructural. Las organizaciones que tomen esta agenda como propia estarán mejor posicionadas para escalar su propuesta de valor, operar con eficiencia y ganar legitimidad en el nuevo orden urbano-digital que se está configurando.

El desajuste entre el crecimiento del consumo automatizado y la capacidad logística no solo representa una amenaza operativa, sino que también constituye una oportunidad histórica para rediseñar la infraestructura logística urbana bajo criterios más inteligentes, sostenibles y resilientes. A diferencia de ciclos anteriores, donde la infraestructura física seguía pasivamente las necesidades del mercado, el contexto actual —potenciado por la inteligencia artificial, los datos en tiempo real y la conectividad ubicua— permite una nueva forma de pensar la logística como una infraestructura activa, distribuida e integrada con el entorno urbano.

Esta oportunidad implica un cambio de paradigma en varios niveles. Por un lado, se evidencia una transición desde modelos centralizados, basados en grandes centros de distribución y flotas concentradas, hacia configuraciones descentralizadas que incorporan redes de puntos de entrega inteligentes, modulares y adaptables. Por otro, se pasa de una lógica rígida a una dinámica, que requiere infraestructura interoperable y reconfigurable, capaz de responder a variaciones en la demanda, cambios normativos o eventos imprevistos. Asimismo, se observa un desplazamiento desde infraestructuras exclusivamente físicas hacia sistemas híbridos, que combinan nodos materiales —como lockers o puntos de retiro— con capas digitales de gestión inteligente, sensorización (IoT), automatización y análisis predictivo.

Finalmente, se reemplaza una visión orientada a la maximización (de volumen o velocidad) por una de optimización integral, que busca equilibrar simultáneamente variables como el

impacto ambiental, la ocupación del espacio público, la experiencia del usuario, la trazabilidad, la colaboración entre actores y los costos operativos.

En definitiva, el desafío logístico que plantea el avance de la inteligencia artificial no debe resolverse con parches ni soluciones reactivas. Es una invitación a repensar desde cero cómo se conectan los mundos digital y físico, anticipando una nueva generación de infraestructura urbana más inteligente, inclusiva y preparada para el futuro.

7.5 Visión a futuro: escenarios posibles y recomendaciones estratégicas

Como cierre, se propone una visión a futuro que complemente el diagnóstico y las oportunidades de transformación presentadas. Anticipar los efectos del consumo automatizado no implica solo prevenir un colapso logístico: significa imaginar activamente cómo podría evolucionar el sistema y qué decisiones deben tomarse hoy para habilitar ese futuro.

Escenarios posibles: continuidad, adaptación o transformación

A partir de los hallazgos de esta tesis, pueden proyectarse al menos tres trayectorias verosímiles en el corto y mediano plazo:

Escenario 1 – Continuidad inercial: la automatización sigue avanzando en la captación y generación de pedidos, mientras la logística permanece atada a su capacidad instalada. Las fallas en la entrega se vuelven más frecuentes y normalizadas. Las empresas compiten con promesas difíciles de cumplir, y el sistema entra en una espiral de sobrecostos, reclamos, pérdida de fidelización y conflictos regulatorios.

Escenario 2 – Adaptación fragmentada: algunos actores logran aliviar la presión mediante soluciones tácticas como lockers, alianzas con terceros o *dark stores*. Sin embargo, sin coordinación territorial ni infraestructura compartida, los resultados son limitados. Las mejoras son parciales, no escalan, y siguen dejando fuera a amplios segmentos del ecosistema urbano.

Escenario 3 – Transformación anticipatoria: se reconoce que la infraestructura de cumplimiento debe rediseñarse en paralelo al crecimiento del consumo automatizado. Gobiernos y empresas desarrollan redes descentralizadas de entrega, interoperables y

sostenidas por algoritmos predictivos. La logística se convierte en activo estratégico, no en fricción final. Este es el único escenario verdaderamente sostenible.

Para avanzar hacia una transformación sistémica, se identifican cinco líneas de acción prioritarias.

En primer lugar, es fundamental revalorizar la logística como parte central de la experiencia de usuario, y no como un eslabón operativo relegado. La entrega efectiva es el único momento físico del comercio digital, y su desempeño condiciona de manera decisiva la percepción general del sistema.

En segundo lugar, se propone incorporar inteligencia territorial al diseño logístico. Esto implica utilizar datos urbanos, análisis de calor de consumo, patrones de movilidad y herramientas de geointeligencia para decidir con precisión dónde y cómo desplegar nodos de entrega distribuidos.

Una tercera línea de acción consiste en desarrollar plataformas integradoras que involucren a múltiples actores del ecosistema. Marketplaces, operadores logísticos, gobiernos locales y comercios deben compartir infraestructura, datos y protocolos de operación, a fin de evitar soluciones aisladas y costosas que limiten la escalabilidad del sistema.

En cuarto lugar, se destaca la importancia de diseñar sistemas logísticos que sean modulares, escalables e inclusivos. Este enfoque permite que pequeñas empresas, zonas periféricas y usuarios con menor acceso tecnológico también puedan beneficiarse de la infraestructura desplegada.

Por último, se recomienda integrar principios de sostenibilidad y resiliencia desde el diseño. Esto incluye la incorporación de métricas de reducción de emisiones, criterios de ocupación responsable del espacio urbano y capacidad de respuesta ante disrupciones climáticas o sociales.

De la omisión al liderazgo anticipado

Lo que este trabajo ha identificado como una “omisión” —el olvido estructural del cumplimiento logístico en el auge de la IA— puede ser también una oportunidad estratégica.

Quienes comprendan antes esta fractura entre lo digital y lo físico podrán tomar ventaja: no solo optimizarán operaciones, sino que generarán confianza, legitimidad y resiliencia en un sistema que, de otro modo, corre el riesgo de saturarse desde adentro.

Construir ese futuro requiere decisión, coordinación y visión sistémica. No basta con seguir vendiendo más: hay que rediseñar cómo se cumple esa promesa, y quién la sostiene. La logística del mañana no será solo más rápida: deberá ser más inteligente, compartida y humana.

BIBLIOGRAFIA

- Accenture. (2020). *Life Reimagined: Mapping the motivations that matter for today's consumers*. <https://www.accenture.com/acnmedia/PDF-139/Accenture-Life-Reimagined.pdf>
- Amazon. (2024). *Buy for Me feature*. <https://www.amazon.com>
- Bommasani, R., Hudson, D. A., Adeli, E., Altman, R., Arora, S., von Arx, S., ... & Liang, P. (2021). *On the opportunities and risks of foundation models*. Stanford Center for Research on Foundation Models. <https://arxiv.org/abs/2108.07258>
- Capgemini. (2023). *Why consumers love generative AI for retail*. <https://www.capgemini.com>
- Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson Education.
- DataReportal. (2023). *Digital 2023 Global Overview Report*. <https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report>
- DHL. (2023). *Los desafíos logísticos de la última milla*. <https://www.dhl.com/global-en/delivered/global-trade/challenging-logistics-of-last-mile-delivery.html>
- Euromonitor. (2023). *Top Five Digital Consumer Trends in 2023*. <https://www.euromonitor.com/top-five-digital-consumer-trends-in-2023/report>
- Facebook IQ. (2022). *How Messaging Drives Purchase Decisions*. <https://www.facebook.com/business/news/insights/how-messaging-drives-purchase-decisions>
- Gartner. (2023). *La entrega de última milla: Resuelva los desafíos de la cadena de suministro*. <https://www.gartner.com/en/articles/last-mile-delivery>
- Goertzel, B. (2014). *Artificial General Intelligence: Concept, State of the Art, and Future Prospects*. *Journal of Artificial General Intelligence*, 5(1), 1–48.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- McKinsey & Company. (2022). *El potencial y el desafío del cumplimiento multicitiente para el comercio electrónico*. <https://www.mckinsey.com/industries/logistics/our-insights/the-promise-and-challenge-of-multi-client-fulfillment-for-e-commerce>

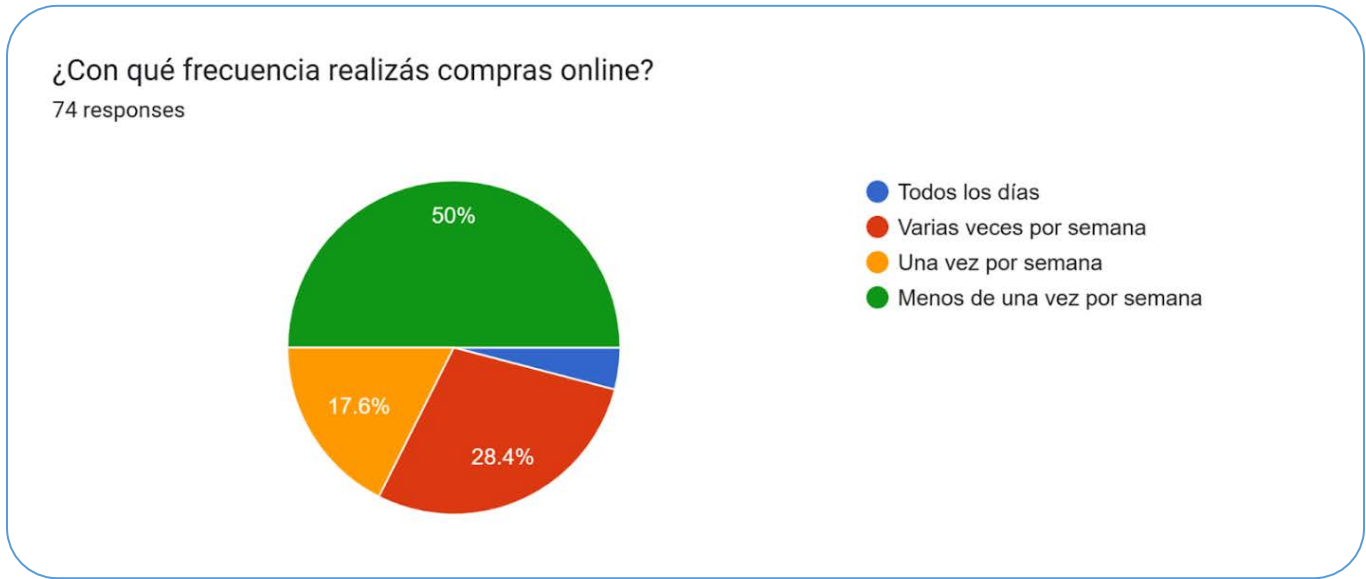
- McKinsey & Company. (2023). *The State of AI in 2023: Generative AI's breakout year*. <https://www.mckinsey.com>
- Nilsson, N. J. (1998). *Artificial intelligence: A new synthesis*. Morgan Kaufmann.
- PwC. (2023). *Global Consumer Insights Pulse Survey*. <https://www.pwc.es/es/retail-consumo/consumer-insights-survey-2023.html>
- RetailDive. (2024). *Smart shopping carts and checkout-free experiments in European retail*. <https://www.retaildive.com>
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- Samsung. (2024). *Bespoke AI Vision Inside Refrigerator*. <https://www.samsung.com>
- Shopify. (2024). *AI-Powered Shopping Experiences*. <https://www.shopify.com>
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction* (2nd ed.). MIT Press.
- The Verge. (2025). *Samsung's AI-powered appliances are turning homes into smart marketplaces*. <https://www.theverge.com>
- Twilio. (2023). *El consumidor digital en España*. <https://www.puromarketing.com/102/212189/analizando-consumidor-digital-evolucion-habitos-nueva>
- Wired. (2024). *Amazon's Rufus shows the future of generative shopping*. <https://www.wired.com>
- Wooldridge, M. (2002). *An introduction to multiagent systems*. Wiley.
- Zalando. (2024). *AI-powered virtual fitting rooms*. <https://corporate.zalando.com>
- World Economic Forum. (2020). *The Future of the Last-Mile Ecosystem*. Recuperado de <https://www.weforum.org/whitepapers/the-future-of-the-last-mile-ecosystem>
- MDPI. (2023). *Urban Logistics and Smart Locker Networks: Enhancing Last-Mile Delivery Efficiency*. *Sustainability*, 15(3), 1234. <https://doi.org/10.3390/su15031234>
- MDPI. (2023b). *Decentralized Delivery Infrastructures: Economic and Environmental Impacts of Shared Locker Systems*. *Logistics*, 7(2), 88. <https://doi.org/10.3390/logistics7020088>

- Openvia. (2022). *Smart Lockers: The New Standard for Secure and Flexible Deliveries*. Recuperado de <https://www.openvia.io/articles/smart-lockers>
- Drones Journal. (2025). *AI-Driven Optimization of Hybrid Last-Mile Networks*. *Drones*, 9(1), 22–35. <https://doi.org/10.3390/drones9010022>
- Gonzalez-Feliu, J., Ambrosini, C., & Routhier, J.-L. (2012). *Urban Logistics: Concepts, Operations and Models*. ISTE Ltd and John Wiley & Sons.
- Sheffi, Y. (2015). *The Power of Resilience: How the Best Companies Manage the Unexpected*. MIT Press.
- Taniguchi, E., Thompson, R. G., & Yamada, T. (2001). *City logistics: Network modelling and intelligent transport systems*. Pergamon.
- Toth, P., & Vigo, D. (Eds.). (2014). *Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications*. SIAM.
- Wamba, F. F., & Akter, S. (2019). *Big Data and Smart Supply Chain Management: Concepts and Applications*. Springer.
- Gonzalez-Feliu, J., Ambrosini, C., & Routhier, J.-L. (2012). *Urban Logistics: Concepts, Operations and Models*. ISTE Ltd and John Wiley & Sons.
- Wamba, F. F., & Akter, S. (2019). *Big Data and Smart Supply Chain Management: Concepts and Applications*. Springer.
- MDPI. (2023b). *Decentralized Delivery Infrastructures: Economic and Environmental Impacts of Shared Locker Systems*. *Logistics*, 7(2), 88.
- Sundarakani, B., & Tan, K. H. (2020). *The rise of shared logistics infrastructure in smart cities*. *Journal of Business Logistics*.
- Taniguchi, E., Thompson, R. G., & Yamada, T. (2021). *City logistics for sustainable and liveable cities*. Elsevier.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of the Last-Mile Ecosystem*.
- Goldratt, E. M. (1984). *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. North River Press.
- Holland, J. H. (1992). Complex Adaptive Systems. *Daedalus*, 121(1), 17–30
- Lee, E. A. (2006). *Cyber-Physical Systems – Are Computing Foundations Adequate?* NSF Workshop on Cyber-Physical Systems.

- Larkin, B. (2013). The Politics and Poetics of Infrastructure. *Annual Review of Anthropology*, 42, 327–343. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-092412-155522>
- Plantin, J.-C., Lagoze, C., Edwards, P. N., & Sandvig, C. (2018). Infrastructure Studies Meet Platform Studies in the Age of Google and Facebook. *New Media & Society*, 20(1), 293–310. <https://doi.org/10.1177/1461444816661553>
- Barabási, A.-L. (2002). *Linked: The new science of networks*. Perseus Publishing.
- Batty, M. (2007). *Cities and complexity: Understanding cities with cellular automata, agent-based models, and fractals*. MIT Press.
- Borup, M., Brown, N., Konrad, K., & Van Lente, H. (2006). The sociology of expectations in science and technology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(3-4), 285–298.

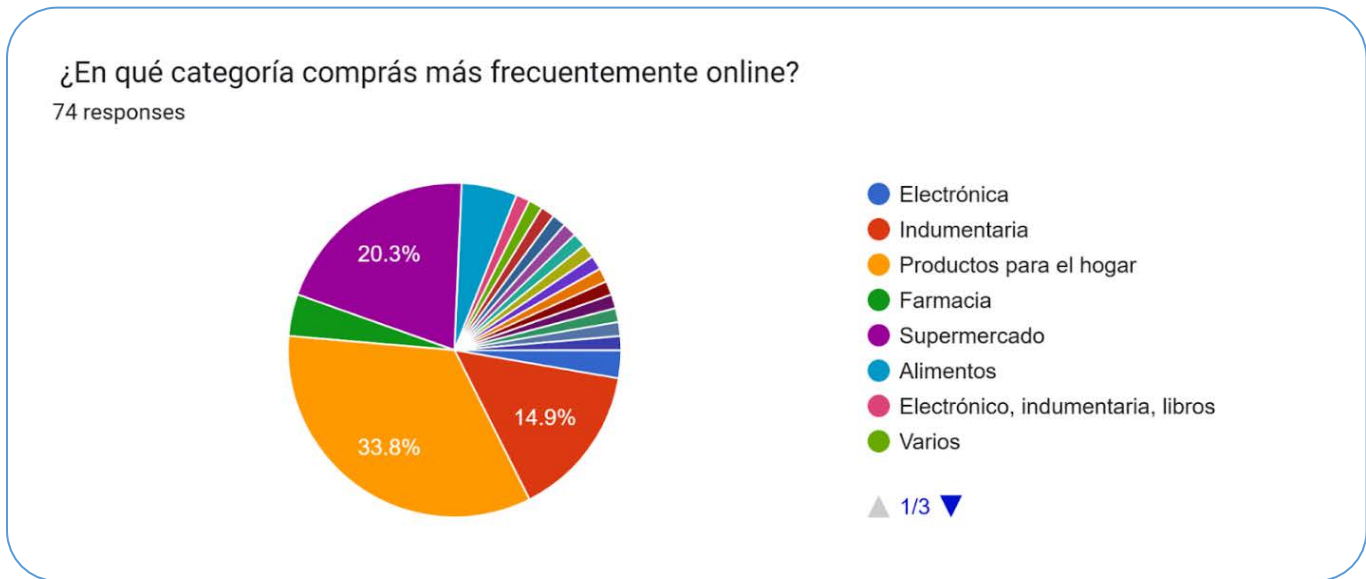
ANEXOS

Figura 1. Frecuencia de compras online.



Fuente: Encuesta junio 2025

Figura 2. Categoría de compra online más frecuente.



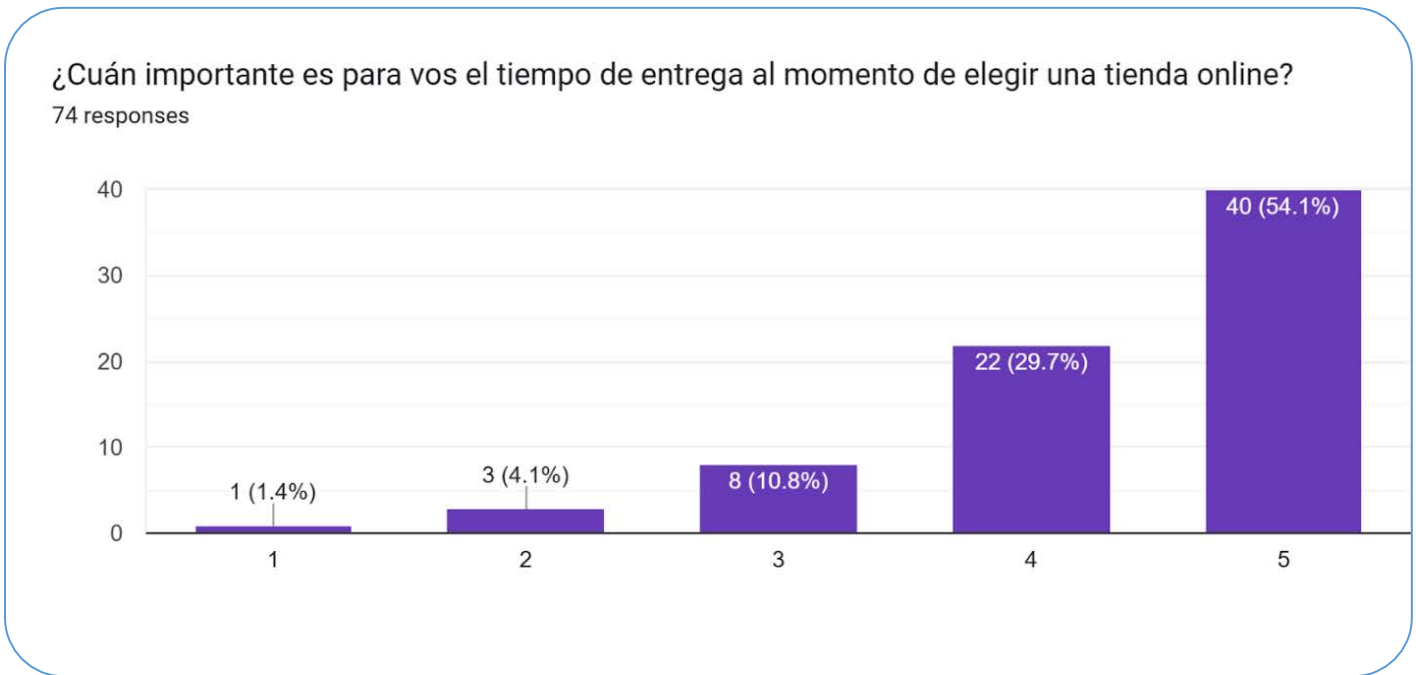
Fuente: Encuesta junio 2025

Figura 3. Tiempo de entrega ideal para una compra online



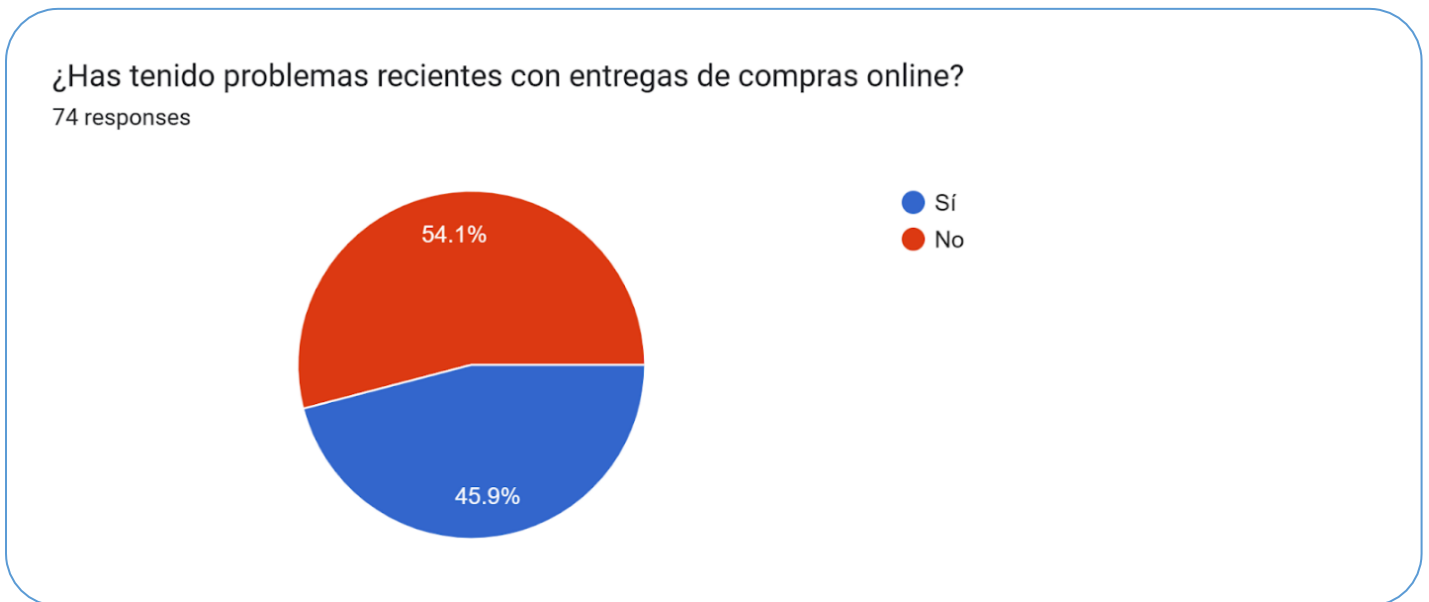
Fuente: Encuesta junio 2025

Figura 4. Importancia del tiempo de entrega al momento de elegir una tienda online



Fuente: Encuesta junio 2025

Figura 5. Problemas recientes con entregas de compras online.

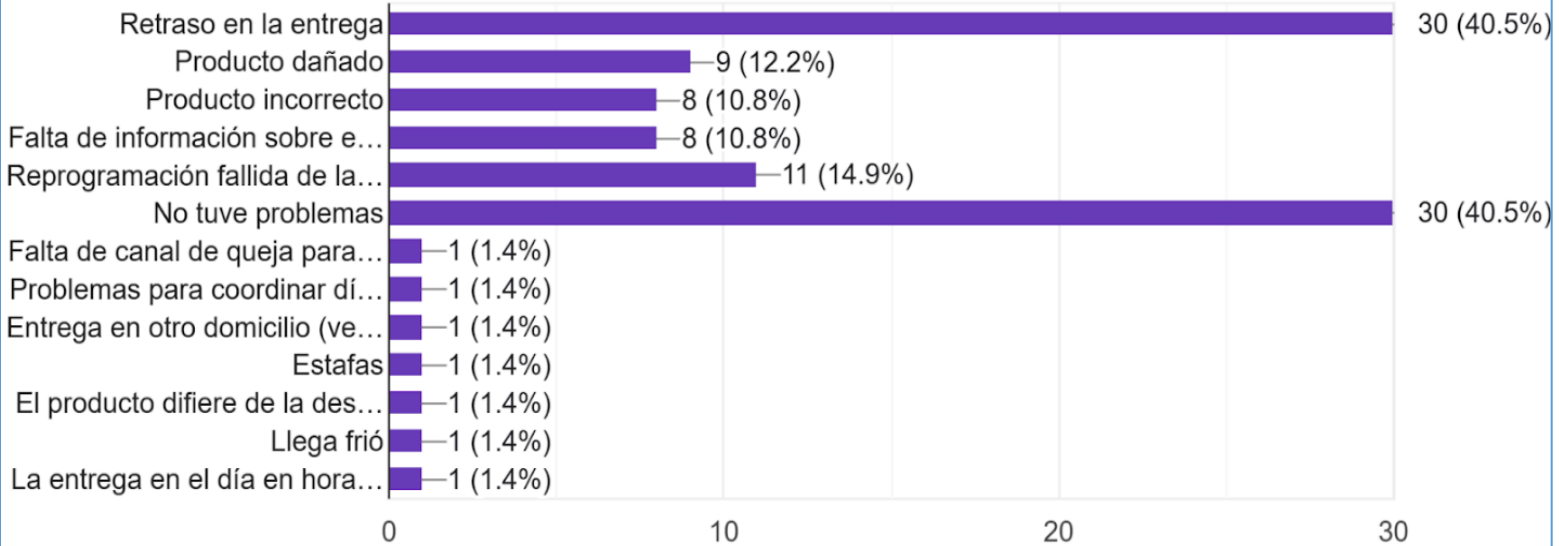


Fuente: Encuesta junio 2025

Figura 6. Tipos de problemas experimentados con entregas.

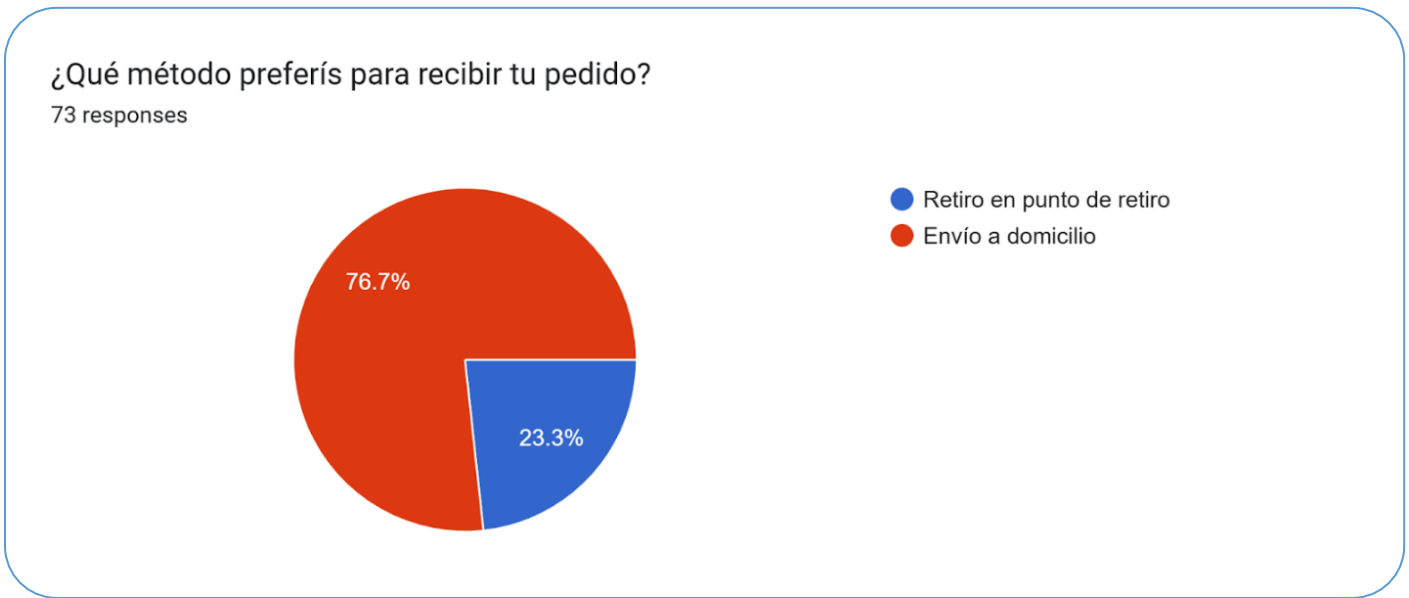
¿Cuáles de estos problemas experimentaste? (Seleccioná los que correspondan, si no tuviste problemas, seleccioná la opción "No tuve problemas")

74 respuestas



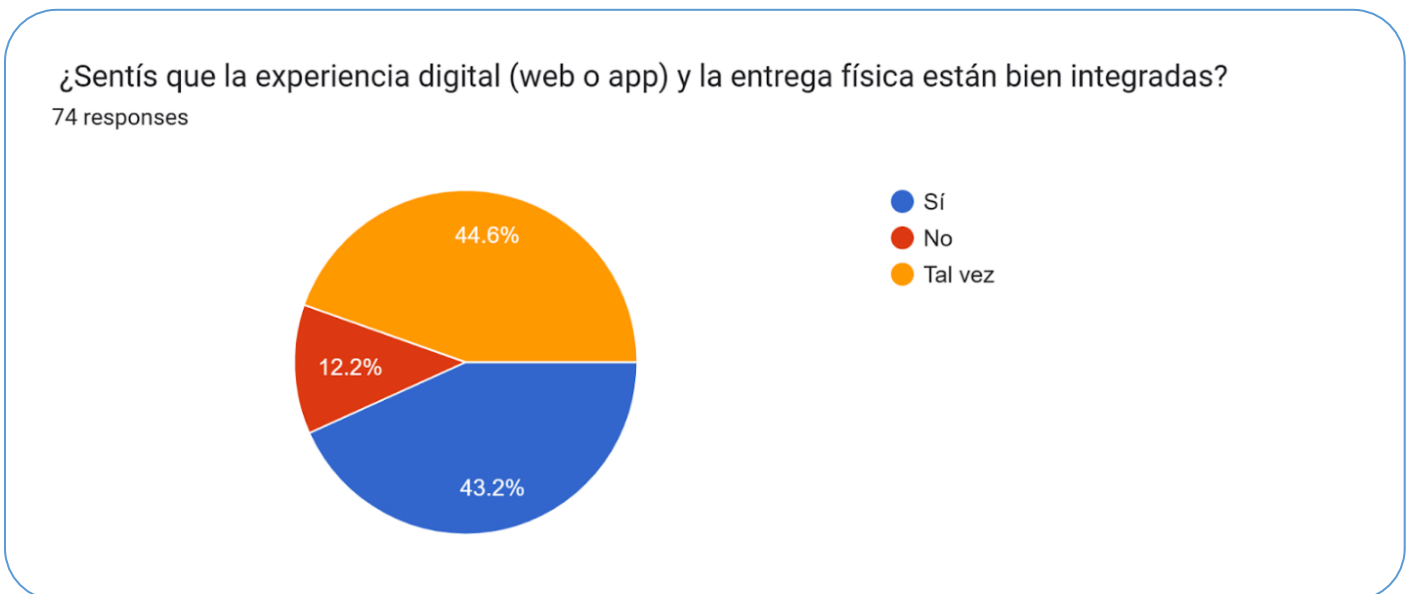
Fuente: Encuesta junio 2025

Figura 7. Método preferido para recibir el pedido.



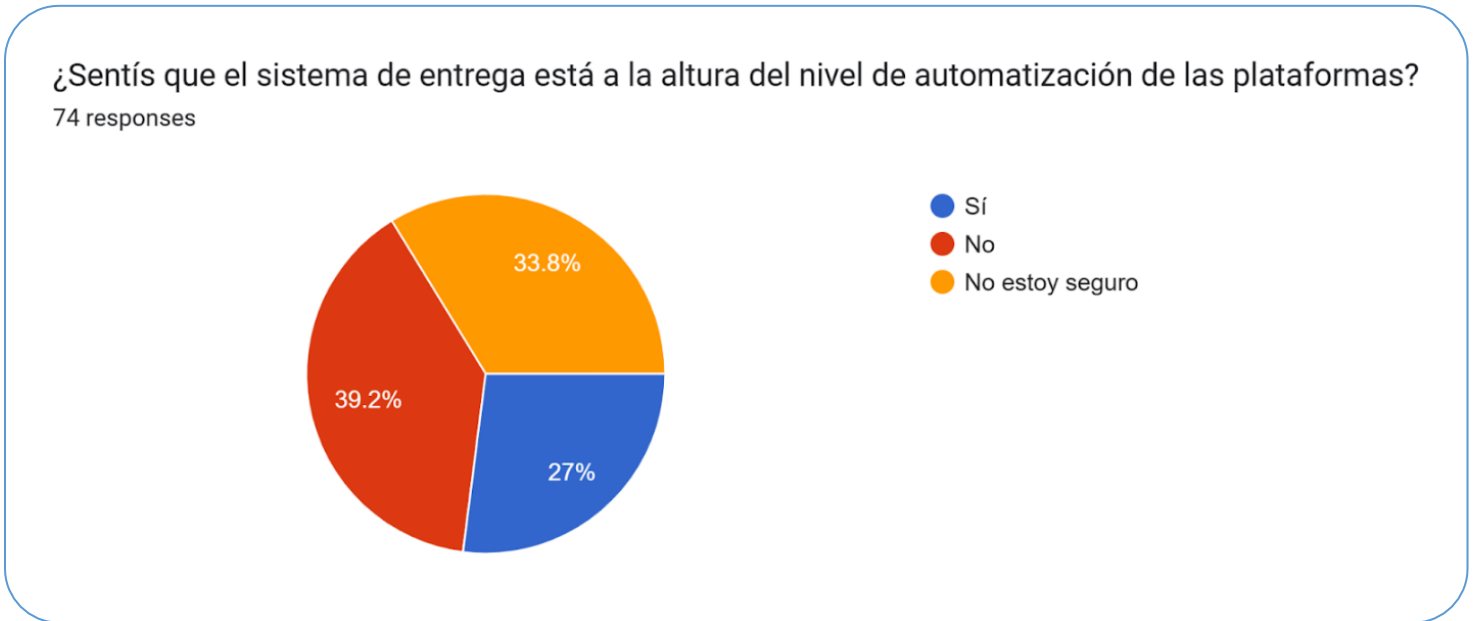
Fuente: Encuesta junio 2025

Figura 8. Integración entre experiencia digital y entrega física.



Fuente: Encuesta junio 2025

Figura 9. Nivel de automatización de la entrega vs. plataformas.



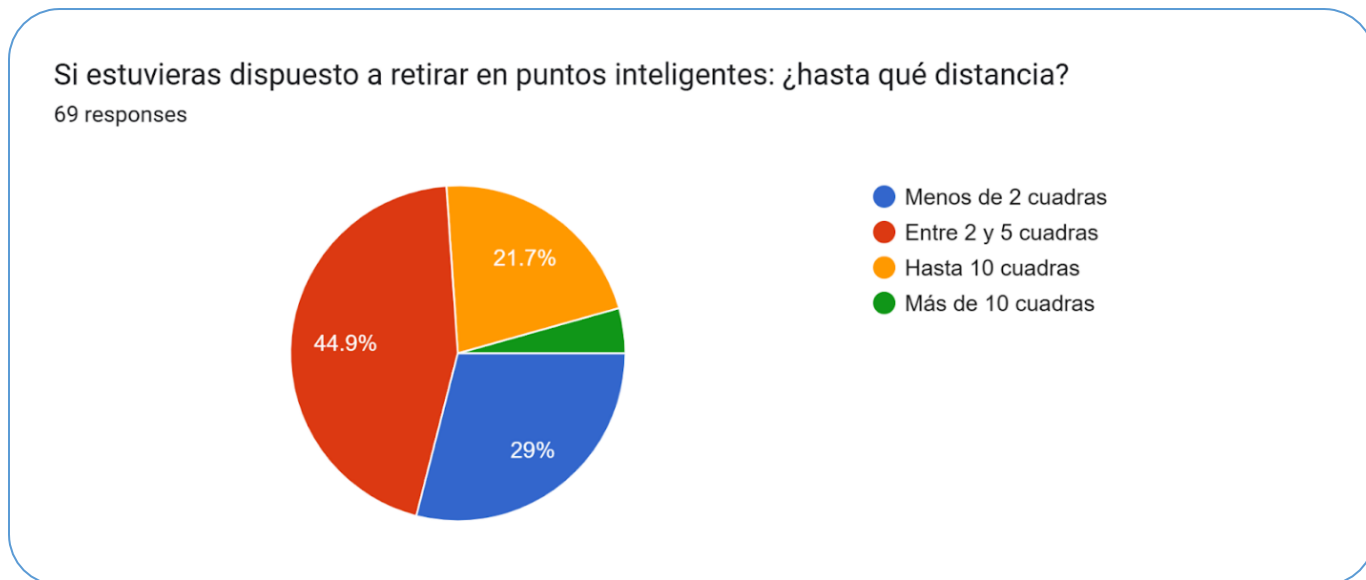
Fuente: Encuesta junio 2025

Figura 10. Disposición a retirar productos en puntos inteligentes cercanos si eso acelera la entrega.



Fuente: Encuesta junio 2025

Figura 11. Distancia máxima para retirar en puntos inteligentes.



Fuente: Encuesta junio 2025