



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de
última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Producción,
Logística y Cadena de Suministro

AUTOR/A: Lu , Xiaoshan

Tutor/a: Mula Bru, Josefa

Cotutor/a externo: CAMPUZANO BOLARIN, FRANCISCO

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Agradecimientos

He estudiado en España por más de un año y siento que el tiempo ha pasado muy rápidamente. Ha sido una época increíble para mí porque he experimentado muchas cosas por primera vez: la llegada a un país nuevo y el aprendizaje de su idioma, junto con el hecho de ser la única estudiante asiática en la clase. En especial, decidí estudiar en España después del inicio de la pandemia de coronavirus. Cuando cambió la forma en que todos vivimos, me di cuenta de que tenía que tratar de no arrepentirme de mi vida tanto como fuera posible, y por eso me alegré de haber elegido estudiar en España, iniciando una experiencia extraordinaria que marcará el resto de mi vida.

Sobre todo, me gustaría agradecer a algunas personas su inestimable ayuda. Las primeras personas a las que me gustaría agradecer es a mis mentores, Josefa y Francisco. El presente TFM se elaboró bajo su cuidadosa guía. Ellos sabían que mi lengua materna no era el español, así que me ayudaron enormemente a la hora de redactar el trabajo, con sabios consejos y mucha paciencia. No hubiera podido completar este TFM sin ellos y apreciaré siempre su ayuda.

También me gustaría agradecerles a los compañeros de clase que estudiaron conmigo y a los profesores de cada asignatura que nos enseñaron que me hayan brindado tanto apoyo. Gracias a ello pude superar una dificultad tras otra hasta completar con éxito el TFM.

Finalmente, dar las gracias a mis padres y a mi familia, nadie me quiere más que ellos. Gracias por apoyarme, entenderme y alentarme sin importar dónde, cuándo y cómo. Sois mi motivación para continuar mejorando.

Xiaoshan Lu

Resumen

Con el auge progresivo de las compras en línea (por Internet) y del comercio electrónico, la distribución logística se ha convertido en un servicio comercial estrechamente relacionado con la vida diaria, y el coste logístico que se produce en el proceso de distribución también es inevitable para las empresas y los consumidores. Entre ellos, el coste de distribución terminal, conocido como “última milla”, supone más del 30% del proceso de distribución total (Chang Hongyuan, 2017).

Por lo tanto, dicho proceso ha recibido cada vez más atención en la industria en los últimos años. Al mismo tiempo, los problemas de tráfico y de seguridad de los clientes causados por los servicios de entrega manual siguen ocurriendo con frecuencia (Zhi Qianye, 2015).

A medida que la sociedad presta más atención a los problemas de seguridad, muchas comunidades, campus universitarios y otras áreas urbanas pequeñas han restringido gradualmente las entregas urgentes, lo que obliga a los mensajeros a usar carreteras para establecer puntos de entrega temporales, lo que genera un tráfico caótico y una baja eficiencia en la entrega urgente (Yang Shijuan, Zhou Yanrong, Gu Shuhong, 2017). Cómo encontrar una alternativa se ha convertido en un gran problema en la industria de la logística y también de la distribución, y no paran de ensayarse nuevos métodos. Los modelos emergentes y las instalaciones de apoyo, como la entrega puerta a puerta, los gabinetes de auto-recogida y la entrega conjunta, tienen diferentes ventajas y desventajas y escenarios aplicables, que pueden cumplir con los requisitos de calidad del servicio al usuario y eficiencia empresarial en cierta medida. Sin embargo, todavía existen algunos problemas con el modelo de distribución actual, como su alto coste, el sacrificio de los intereses de los usuarios a cambio de la sencillez del servicio de distribución, etc., por lo que aún hay margen de mejora. Con el rápido desarrollo de tecnologías como la IA (inteligencia artificial), los vehículos no tripulados han entrado gradualmente en el universo de posibilidades existentes. Específicamente, en la industria logística, los vehículos de entrega no tripulados ya se han comenzado a utilizar. Dichos vehículos no solo pueden reemplazar la entrega manual y reducir los costes de personal, sino que también tienen beneficios adicionales en la mejora de la experiencia y en la seguridad del usuario, así como en la aplicación práctica de tecnologías relacionadas. Todo esto nos hace creer que el modelo de entrega no tripulada que se dirija directamente a los clientes será la tendencia del futuro (Zhi Qianye, 2015). En combinación con la información de antecedentes anteriores, este trabajo propone un nuevo modelo de

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

configuración y distribución de inteligencia artificial que se dedica a servir a áreas urbanas pequeñas, como comunidades y campus, y analiza la viabilidad del modelo. Este TFM utiliza el software Vensim y los principios de la dinámica de sistemas para analizar y mejorar el modelo de distribución de última milla de SF Express, una empresa de logística china real.

Palabras clave: Inteligencia artificial; Logística y transporte de última milla; Dinámica de sistemas; Industria logística.

Resumen

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Amb l'auge progressiu de les compres en línia (per Internet) i del comerç electrònic, la distribució logística s'ha convertit en un servei comercial estretament relacionat amb la vida diària, i el cost logístic que es produeix en el procés de distribució també és inevitable per a les empreses i els consumidors. Entre ells, el cost de distribució terminal, conegut com a “última milla”, suposa més del 30% del procés de distribució total (Chang Hongyuan, 2017).

Per tant, aquest procés ha rebut cada vegada més atenció en la indústria en els últims anys. Al mateix temps, els problemes de trànsit i de seguretat dels clients causats pels serveis de lliurament manual continuen ocorrent amb freqüència (Zhi Qianye, 2015).

A mesura que la societat presta més atenció als problemes de seguretat, moltes comunitats, campus universitaris i altres àrees urbanes xicotetes han restringit gradualment els lliuraments urgents, la qual cosa obliga els missatgers a usar carreteres per a establir punts de lliurament temporals, la qual cosa genera un trànsit caòtic i una baixa eficiència en el lliurament urgent (Yang Shijuan, Zhou Yanrong, Gu Shuhong, 2017). Com trobar una alternativa s'ha convertit en un gran problema en la indústria de la logística i també de la distribució, i no paren d'assajar-se nous mètodes. Els models emergents i les instal·lacions de suport, com l'entrega porta a porta, els gabinets d'acte-recollida i el lliurament conjunt, tenen diferents avantatges i desavantatges i escenaris aplicables, que poden complir amb els requisits de qualitat del servei a l'usuari i eficiència empresarial en certa manera. No obstant això, encara existeixen alguns problemes amb el model de distribució actual, com el seu alt cost, el sacrifici dels interessos dels usuaris a canvi de la senzillesa del servei de distribució, etc., per la qual cosa encara hi ha marge de millora. Amb el ràpid desenvolupament de tecnologies com la IA (intel·ligència artificial), els vehicles no tripulats han entrat gradualment en l'univers de possibilitats existents. Específicament, en la indústria logística, els vehicles de lliurament no tripulats ja s'han començat a utilitzar. Aquest vehicles no sols poden reemplaçar el lliurament manual i reduir els costos de personal, sinó que també tenen beneficis addicionals en la millora de l'experiència i en la seguretat de l'usuari, així com en l'aplicació pràctica de tecnologies relacionades. Tot això ens fa creure que el model de lliurament no tripulat que es dirigeix directament als clients serà la tendència del futur (Zhi Qianye, 2015). En combinació amb la informació d'antecedents anteriors, aquest treball proposa un nou model de configuració i distribució d'intel·ligència artificial que es dedica a servir a àrees urbanes xicotetes, com a comunitats i campus, i analitza la viabilitat del model. Aquest TFM utilitza el programari

**Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM
y ALIBABA**

Vensim i els principis de la dinàmica de sistemes per a analitzar i millorar el model de distribució d'última milla de SF Express, una empresa de logística xinesa real.

Paraules clau: Intel·ligència artificial; Logística i transport d'última milla; Dinàmica de sistemes; Indústria logística.

Summary

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

With the progressive rise of online (Internet) shopping and e-commerce, logistics distribution has become a business service closely related to daily life, and the logistics cost incurred in the distribution process is also unavoidable for enterprises and consumers. Among them, the terminal distribution cost, known as "last mile", accounts for more than 30% of the total distribution process (Chang Hongyuan, 2017).

Therefore, this process has received increasing attention in the industry in recent years. At the same time, traffic and customer safety problems caused by manual delivery services still occur frequently (Zhi Qianye, 2015).

As society pays more attention to safety issues, many communities, university campuses and other small urban areas have gradually restricted express deliveries, forcing couriers to use roads to set up temporary delivery points, resulting in chaotic traffic and low efficiency in express delivery (Yang Shijuan, Zhou Yanrong, Gu Shuhong, 2017). How to find an alternative has become a big problem in the logistics and distribution industry, and new methods are constantly being tested. Emerging models and supporting facilities, such as door-to-door delivery, self-collection cabinets and joint delivery, have different advantages and disadvantages and applicable scenarios, which can meet the requirements of user service quality and business efficiency to some extent. However, there are still some problems with the current distribution model, such as high cost, sacrificing users' interests for simplicity of distribution service, etc., so there is still room for improvement. With the rapid development of technologies such as AI (artificial intelligence), unmanned vehicles have gradually entered the universe of existing possibilities. Specifically, in the logistics industry, unmanned delivery vehicles have already started to be used. Such vehicles can not only replace manual delivery and reduce personnel costs, but also have additional benefits in improving user experience and safety, as well as in the practical application of related technologies. All this leads us to believe that the unmanned delivery model that directly addresses customers will be the trend of the future (Zhi Qianye, 2015). Combined with previous background information, this paper proposes a new artificial intelligence configuration and distribution model that is dedicated to serving small urban areas, such as communities and campuses, and analyses the feasibility of the model. This TFM uses Vensim software and system dynamics principles to analyse and improve the last-mile distribution model of SF Express, a real Chinese logistics company.

**Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM
y ALIBABA**

Keywords: Artificial intelligence; Last mile logistics and transportation; System dynamics; Logistics industry.

Índice

1.1	Objetivos del proyecto	14
1.2	Estructura del TFM	14
2	Nuevas tecnologías aplicadas a la gestión logística	16
2.1	Automatización e IA	16
2.2	IA y su aplicación.....	16
2.3	El uso de los vehículos autónomos en la logística urbana.....	20
2.4	Vehículo Aéreo No Tripulado (llamado “dron”).....	22
2.5	Logística de última milla.....	24
2.6	Simulación de la cadena de suministro	36
3	Casos de estudio	43
3.1	Descripción general del comercio electrónico en China.....	43
3.2	Caso 1: JD.com.....	45
3.3	Caso 2: Alibaba	51
3.4	Caso 3: Amazon	55
4	Modelo de simulación	57
4.1	Supuestos de la simulación	58
4.2	Diagramas de causa y efecto.....	59
4.3	Diagrama de flujo.....	60
4.4	Verificación del modelo de simulación.....	62
4.5	Análisis de simulación de sistemas de diferentes modos de entrega en la última milla	64
4.6	Análisis de costes de entrega de última milla en modalidad laboral tradicional	64
4.7	Análisis de costes de la entrega de última milla con drones	66
4.8	Resumen de los resultados de la simulación	70
4.9	Resumen.....	71

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

5	Conclusiones.....	72
6	Limitaciones de TFM	73
7	Sobre el desarrollo futuro de la entrega de última milla en China	73
8	Anexo.....	76
9.	Referencias	90

Índice de Figuras

Figura 1. Partes de un dron de reparto de mercancía.	24
Figura 2. Funcionamiento del ecosistema de última milla.....	26
Figura 3. Modelos logísticos de última milla.....	27
Figura 4. Los habilitadores dl cambio en última milla	28
Figura 5. Hype cycle para estrategias de operaciones logísticas.	29
Figura 6. Los parcel lockers.....	31
Figura 7. Bicicletas de reparto.	32
Figura 8. Modelo para el empleo de la inteligencia artificial en las instalaciones para su uso en logística de última milla.....	35
Figura 9. Porcentajes correspondientes al método de última milla.....	36
Figura 10. La digitalización y la omnicanalidad en diferentes categorías de productos.	44
Figura 11. Centro logístico de JD.COM en Shanghái.....	46
Figura 12. Línea de tiempo de JD.com Logistic.	47
Figura 13. Evolución de la superficie de almacenamiento de JD.COM (2017-2019). 49	
Figura 14. Vehículos autónomos JD.COM.....	51
Figura 15. Vehículos autónomos Alibaba.....	52
Figura 16. Proyectos logísticos Alibaba.....	53
Figura 17. Cadena de suministro de Amazon.	57
Figura 18. Diagrama de causa y efecto.	59
Figura 19. Uso del modo de entrega manual de última milla.	60
Figura 20. Modelo dinámico del coste de última milla del reparto manual tradicional.	61
Figura 21. Modelo dinámico del coste de última milla de la entrega de equipos no tripulados.....	62
Figura 22. ‘Model check’ para la propuesta.....	63

Figura 23. ‘Model check’ para la propuesta.....63

Índice de Tablas

Tabla 1. Especificaciones técnicas del dron Amazon Dron para reparto de mercancía de última milla.22

Tabla 2. Especificaciones técnicas del dron Jingdong dron para reparto de mercancía de última milla.22

Tabla 3. Datos iniciales para el modelo de simulación.....64

Tabla 4. Datos iniciales para la simulación.....66

Tabla 5. Datos iniciales para la simulación.....68

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Costes combinados acumulativos.65

Gráfico 2. Comparación de costes: integral acumulativo, de adquisición de equipos y operacional.....65

Gráfico 3. Comparación de costes: integral acumulativo, de adquisición de equipos y operacional.....67

Gráfico 4. Comparación de costes: integral acumulativo, de adquisición de equipos y operacional.....67

Gráfico 5. Comparación de costes: integral acumulativo, de adquisición de equipos y operacional.....68

Gráfico 6. Comparación de costes: integral acumulativo, de adquisición de equipos y operacional.....69

Gráfico 7. Comparación de costes de explotación para varios modelos de entrega69

Gráfico 8. Comparación del coste integral acumulativo para varios modelos de entrega.70

1. Introducción

El creciente desarrollo de las tecnologías digitales, el aumento de su presencia en los procesos industriales y la tendencia de los mercados en línea han transformado los hábitos de los consumidores, generando así un escenario que representa un verdadero reto para la distribución de mercancía a nivel urbano, en lo que es conocido como “logística de última milla”. De acuerdo con Bailador Barrios (2021), el proceso de entrega final de la mercancía es cada vez más importante dentro de las actividades logísticas desde hace años, hasta el punto de convertirse en un escalón que todas las empresas de transporte al por menor desean mejorar, encontrando en las nuevas tecnologías un recurso cuyo uso les ha permitido afrontar con mayor facilidad los desafíos que impone la logística de última milla.

Para Ceñas Arévalo (2017), el salto más grande en las operaciones industriales y logísticas lo ha originado la introducción de nuevas tecnologías a la variedad de actividades y procesos inherentes a la manufactura, comercialización (venta) y distribución de bienes y también de la prestación de distintos servicios gracias a la robótica, el Internet de las cosas, las impresiones 3D, o la realidad aumentada entre otros desarrollos tecnológicos. Al respecto, Rozo (2020) señala que la inevitable digitalización de la industria constituía un hecho inevitable, y que hoy en día se debe hablar de la industria 4.0 para describir aquellos procesos industriales que tienen incorporados el Internet de las cosas y de los servicios a todas de sus operaciones, ello con el propósito de ser más flexibles individualizando sus procesos al tiempo que emplean soluciones tecnológicas que le permiten autonomía total en algunos de ellos.

Entre estas tecnologías destacan: *ciberseguridad, cloud computing, edge computing, blockchain, machine learning*, inteligencia artificial, *deep learning, big data*, o la minería de datos, entre otras; ello ha permitido a las empresas modernas adaptarse más rápidamente a los cambios que ya en la industria se experimentaban antes de la aparición del Covid-19 (2020) y que se aceleró de manera vertiginosa ante los escenarios del mercado global derivados de la pandemia. Por su parte, Pérez (2019) considera a estas alternativas como tecnologías disruptivas, es decir, diseñadas para romper con los esquemas convencionales hasta entonces existentes dando origen a novedosas aplicaciones que permitían a los objetos conectarse entre ellos y proceder de forma automática en algunas tareas específicas según las necesidades de las empresas.

Paralelamente a la digitalización industrial y a la expansión del comercio electrónico, se produjo una importante repercusión en el desempeño funcional de las cadenas de suministros debido a la demanda de servicios de entrega que entorpecía en cierta medida la eficiencia de la logística de última milla dado que el volumen de compras *online* determinaría los volúmenes de mercancía a

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

entregar en el futuro, impactando a su vez a los medios de transporte empleados, los patrones de movilidad o las rutas de entregas, entre otros elementos logísticos. Riquelme (2018) añade que la logística actual debe adaptarse a los cambios que la digitalización ha generado, no solo en la industria sino en la cadena de suministros, introduciendo el concepto de “logística inteligente” como una consecuencia del *SupplyChain 4.0* que emplea sensores inteligentes, automatización y georreferenciación como parte de los recursos tecnológicos para satisfacer en tiempo y espacio las entregas de mercancía en entornos urbanos.

Por su parte, Zuñiga Zapata, citada por Arboleda, Arias y Echeverri (2020), resalta que el aumento del *e-commerce* ha servido de complemento para las actividades logísticas en los tiempos de crisis durante la pandemia, donde las compras en línea han llegado a superar en promedio el 55% de las compras realizadas pese a que muchas empresas no estaban listas para afrontar las ventas *online* y tuvieron que adaptar sus cadenas logísticas para satisfacer las necesidades de sus consumidores. Sin embargo, es necesario que la cadena de suministros tenga la capacidad de asumir los cambios y de ser resiliente, empleando la planificación y las tecnologías 4.0, ya que el modelo logístico que se perfecciona para este siglo XXI ha incorporados dos conceptos y prácticas emergentes como son la *e-logistic* y la *e-delivery* como características fundamentales de las operaciones logísticas en entornos cada día más dependiente de las tecnologías.

La última milla es la actividad final en la cadena de distribución y consiste en hacer llegar el producto a su destinatario partiendo de la empresa productora, el centro logístico, el supermercado o establecimiento comercial; el fin es que el producto pueda ser llevado hasta el consumidor final, es decir que involucra una entrega B2C. Dentro del contexto *online*, la entrega a domicilio es la alternativa que prefieren los compradores en línea y representa una de las actividades logísticas más costosas para las empresas debido a la complejidad que puede llegar a presentar, principalmente en áreas urbanas. Pérez y Jaramillo (2016) afirman que la cadena de suministro de última milla es uno de las operaciones logísticas más costosas y complejas, llegando a ser aproximadamente el 30% del coste total incurrido en cada entrega realizada, y que esto se debe en gran medida a su dependencia de factores externos entre los cuales destacan el tráfico, el precio de la gasolina, los costes de personal o los gastos de mantenimiento de flota entre otros, que pueden ocasionar que la cadena sea menos eficiente en sus actividades logísticas.

Sin embargo, las empresas de transportes han recurridos a los avances tecnológicos para conceptualizar nuevas modalidades de entrega más eficientes, menos costosas y que representen una ventaja competitiva para las empresas. Para Ousaid (2020), la finalidad del uso de la tecnología en las cadenas de distribución es mitigar los efectos económicos, ambientales y urbanos que

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

generan los métodos tradicionales de entrega. Así, es necesario avanzar en la transformación de la logística de entrega y experimentar con opciones tecnológicas novedosas.

En este sentido, este trabajo de fin de máster (TFM) está orientado a profundizar y analizar el uso de los transportes autónomos en las entregas de última milla mediante el estudio de los casos de las empresas JD.com y Alibaba. El fin es conocer su experiencia, los cambios experimentados a nivel de procesos y actividades logísticas internas, los beneficios conseguidos y los desarrollos tecnológicos que hasta ahora han implementado para sus entregas de última milla.

1.1 Objetivos del proyecto

El objetivo general de este TFM es analizar el uso de la inteligencia artificial en el transporte como parte del desarrollo tecnológico en la cadena de suministro y de distribución de las compañías para entregas de última milla, centrándose en el impacto de su uso para JD.com o Alibaba, además de otras empresas.

Más específicamente, la investigación profundiza en las nuevas tecnologías y su integración en la gestión logística, describe el uso de vehículos autónomos en logística urbana y el empleo de vehículos aéreos no tripulados (“drones”) en actividades logísticas. Además, tiene como objetivo analizar y comprender la evolución de la entrega de última milla y sus conceptos relacionados; los ecosistemas, los modelos logísticos, los desafíos que enfrentan y las alternativas que ofrece la tecnología 4.0 para mejorar la cadena logística de la empresa. El TFM utiliza la dinámica de sistemas para analizar el proceso de distribución logística de última milla para Alibaba, JD.com y otras empresas chinas. Para ello, se modelizan y analizan los problemas de las citadas empresas en la distribución logística de última milla (alto coste de personal, bajo tiempo de entrega, etc.)

Además, el modelo de simulación propuesto se aplica a un caso de estudio real para la empresa SF Express Company.

Adicionalmente, cabe destacar que el desarrollo y la experimentación de los modelos de simulación propuestos en este TFM, relacionados con la mejora de la productividad y la producción eficiente, pretenden contribuir al desarrollo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): ODS8. Trabajo decente y crecimiento económico; ODS9. Industria, innovación e infraestructura; y ODS12. Producción y consumo responsables.

1.2 Estructura del TFM

Los archivos TFM incluyen:

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

- El capítulo 1 presenta las motivaciones del investigador respecto al tema de investigación, también los objetivos de esta a nivel general y específico, además de la estructura del documento final en la memoria del TFM.
- En el capítulo 2 hay dos partes: la primera está dedicada a los temas inherentes al desarrollo de nuevas tecnologías y a su proceso de integración en la gestión logística de la empresa. La segunda parte cubre detalles teóricos y prácticos relacionados con la logística de última milla.
- El capítulo 3 analiza un estudio de caso de logística de entrega de última milla adoptada por JD.com y Alibaba y muestra sus fortalezas y debilidades. Se ilustra el uso de las tecnologías 4.0 en toda la organización en operaciones de producción y logística.
- El capítulo 4 presenta una propuesta conceptual y la valida en consecuencia a través de simulaciones. Todo el proceso de investigación sacará conclusiones sobre el manejo actual de las entregas de última milla por parte de la empresa. El modelo de simulación propuesto se aplica a un caso de estudio real: SF Express Company.
- El capítulo 5 analiza los modelos de dinámica de sistemas en los diferentes modos de entrega de última milla y verifica así las afirmaciones anteriores.
- Finalmente, los capítulos 6 y 7 resumirán y analizarán los resultados de la simulación de la dinámica del sistema en cada parte, y brindarán consideraciones personales sobre el desarrollo futuro de la entrega de última milla en China. También propondrá un plan de mejora sugerido para los problemas existentes en SF Logistics Company.

2 Nuevas tecnologías aplicadas a la gestión logística

2.1 Automatización e IA

Según García Moreno (2001), la automatización es una herramienta de control que puede ser asumida como una disciplina basada en el uso de sistemas electromecánicos para controlar los procesos industriales automatizando algunas operaciones; constituyendo uno de sus objetivos de mayor importancia mantener y mejorar los niveles de competitividad de las empresas en un contexto que variable. Asimismo, debe ser capaz de poder controlar eficazmente posibles eventos mediante la incorporación de un conjunto de dispositivos y recursos tecnológicos que intentan lograr la maximización de los recursos en determinadas situaciones tratando de obtener los mejores resultados.

La aplicación de la automatización permite que las empresas logren altos niveles de competitividad, satisfaciendo la necesidad de aumentar la capacidad productiva a través de la incorporación de la robótica con el objetivo de automatizar procesos y lograr una mayor integración entre los sistemas productivos y la decisión política empresarial en áreas de fabricación, gestión de procesos, servicios y gestión de la información.

2.2 IA y su aplicación

Según López (2007), la inteligencia artificial (IA) se define como el área de la ciencia cuya finalidad es diseñar modelos de computación capaces de realizar actividades propias desempeñadas por los humanos que imiten tanto su capacidad de pensar como de comportarse. Existen distintas definiciones al respecto: “La interesante tarea de lograr que las computadoras piensen... máquinas con mente, en su amplio sentido literal.” (Haugeland, 1985).

Mientras tanto, Kurzweil (1990) considera que la IA es el arte de crear equipos y máquinas con capacidad para llevar a cabo funciones inherentes a las personas, y para ello se programan con el fin de que puedan tener cierta “inteligencia” para realizar dichas tareas o funciones.

Cabe destacar que todas estas definiciones parten de la necesidad de sustituir algunas facultades mentales y habilidades de los seres humanos por sistemas de cómputo.

Andéol Allard (2021) considera que la inteligencia artificial ha experimentado un crecimiento exponencial y esto ha propiciado la cuarta revolución industrial.

En un principio, la inteligencia artificial estaba enfocada en desarrollar algoritmos y software para el entretenimiento, como lo son los juegos; no obstante, en la actualidad es una rama de la

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

computación que emplea el razonamiento automático, los teoremas, las redes neuronales, los sistemas de expertos, los algoritmos, el procesamiento de lenguaje natural, la robótica y el lenguaje. Sin embargo, Allard (2021) señala que la IA ha influido en la transformación de los flujos físicos, financieros y de información de las operaciones logísticas, principalmente en la gestión de los almacenes, detectando debilidades a nivel financiero que pueden generar errores en la facturación y el pago en las empresas.

También ha permitido proyectar el comportamiento de la demanda de un determinado bien o servicio analizando los patrones de consumo y modelando la tendencia del mercado; mientras que, a nivel físico, la IA permite el análisis, escaneo y la organización de la paquetería en almacenes a través de robots; así como la identificación de daños, roturas o anomalías en los productos y en la gestión de las existencias. En líneas generales, todas estas áreas tienen similitudes, entre las que se pueden listar de acuerdo con Luger y Stubblefield (1989):

1. Aplicar el pensamiento simbólico a través de los modelos de computación.
2. Emplear métodos de resolución de problemas de IA en vez de recurrir a las soluciones de tipo algorítmicas.
3. Manipular y transformar la información poco exacta, no completa o poco definida de una forma eficiente.
4. Emplear el análisis de variables cualitativas para plantear soluciones a problemas.
5. Uso del significado semántico usando la forma sintáctica de la entrada de datos o input.
6. Manejo de grandes cantidades de conocimiento en campos determinados.
7. Usos de razonamientos de meta-nivel con el objetivo de conseguir un mayor grado de sofisticación para resolver las situaciones planteadas.

Así, Parrado, Rodríguez y Piñeiro (2021) opinan que la inteligencia artificial es una tecnología emergente, y que su aplicación en la industria tendrá un impacto favorable en las operaciones empresariales, en especial en las actividades logísticas. También consideran que los robots autónomos y los drones serán de gran utilidad en la optimización de los procesos.

2.2.1 La robótica y las operaciones logísticas

De acuerdo con Pérez Uriel et al. (2002), antes la robótica tan solo habitaba en la imaginación colectiva; sin embargo, hoy es una realidad que se abre cada vez más espacio hasta convertirse en

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

una herramienta imprescindible en los sistemas de producción actuales. La robótica es una técnica empleada para crear máquinas o robots que desarrollen tareas o trabajos específicos (Odorico, 2004).

En el sector logístico la utilización de robots ya es muy frecuente en muchas de las operaciones logísticas más comunes:

Funciones de almacenamiento: las funciones de los robots suelen ser muy variadas, y gracias al uso de brazos robóticos o robots móviles se pueden desplazar y movilizar paquetes de un lugar a otro.

Funciones de picking: Se refiere a las actividades para la preparación de envíos de uno o varios paquetes.

Packaging o embalaje de productos: Es una de las funciones más desarrolladas e implica usar robots que se encargan de realizar el embalaje de los productos separadamente o en grupo o según las especificaciones del pedido que se va a enviar.

Carga y descarga: La implementación de los robots ha facilitado estas funciones, exigentes a nivel físico y que ahora se pueden realizar de forma rápida y cómoda.

Funciones de distribución autónoma: En la actualidad, el uso de robots para realizar la distribución autónoma es una práctica habitual en las empresas. En este sentido, se puede mencionar que la utilización de drones, coches autónomos y robots de reparto promete convertirse en algo común y generalizado en los próximos años.

2.2.2 Las tecnologías 4.0 y su implementación en las operaciones logística disruptivas.

La industria 4.0 consiste en un nuevo esquema organizacional para la gestión de la cadena de valor, apoyándose en herramientas de ingeniería industrial, matemáticas y la informática. Industria 4.0 se usa con frecuencia en Europa, siendo común referirse a este concepto con como "manufactura inteligente" o "Internet industrial". Para Perasso (2016) la clave es la llegada a la industria del modelo "Internet de las cosas" (IoT) partiendo del reconocimiento de la transformación digital y tecnológica que viven los procesos industriales debido a la incorporación de los avances en materia de informática y tecnologías de información y comunicaciones (TIC).

Según Barreto, Amaral, y Pereira (2017), dicha industria 4.0 aún y desarrolla la información y tecnologías de comunicación en las operaciones productivas, empresariales y logísticas.

Para De Val (2016), el nuevo modelo organizacional ejercerá mayor control sobre las operaciones debido a la implementación de las TIC, que facilitan a la empresa adaptar sus productos y servicios con mayor rapidez a las exigencias del cliente gracias a tecnologías como la impresión 3D, que

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

permite hacer mejoras al diseño, dimensiones y características antes de producirlos. Por otra parte, Arboleda, Arias y Echeverri (2020) creen que el efecto de la automatización en la industria en cuanto a tiempo, valor y efecto será notorio, ya que en algunas actividades y procesos como el análisis de datos y de la información provenientes del mercado terminarán afectando a los puestos de trabajo en áreas como el comercio o el análisis de mercado.

Para Hermann, Pentek, y Otto (2015) hay cuatro elementos que definen la industria 4.0:

- Los “sistemas ciber-físicos” (CPS), que se refieren a la conectividad e integración entre los sistemas físicos y los digitales.
- El Internet de las cosas (IoT), que se trata de la interconexión entre aparatos y equipos como electrodomésticos, móviles, o vehículos, entre otros.
- El Internet de los servicios (IoS), que tiene similitud con los principios de funcionamiento del internet de las cosas pero que trata de la digitalización de los servicios ofrecidos.
- La fábrica inteligente (smart factory), que hace alusión a la automatización de las operaciones industriales mediante el uso de la robótica y de la IA.

2.2.3 Logística 4.0

Se debe partir del concepto de logística para poder entender la logística 4.0; según Wrobel-Lachowska, Polak-Sopinska y Wisniewsky (2019), la logística abarca todas las operaciones administrativas y de gestión de procesos desde el aprovisionamiento de materias primas e insumos, los requerimientos de producción y la distribución del producto o servicio hasta cliente o usuario final.

De esta comprensión del concepto se puede inferir que la logística 4.0, en sentido amplio, conforma la “cuarta revolución logística”. Es un término utilizado para definir el proceso logístico de implementación de innovaciones tecnológicas asociadas a los CPS. También incluye productos y servicios inteligentes. Además, tiene como objetivo mejorar las operaciones logísticas dentro y fuera del país utilizando software y bases de datos que pueden entenderse como una red de operaciones interconectadas (Barreto et al., 2017).

Para Huartos Carranza (2019), la logística 4.0, surge en Alemania en el 2011 como un concepto que introduce la llegada de 4ta Revolución Industrial con el surgimiento de los llamados sistemas inteligentes, vehículos autónomos, robótica y el Internet de las cosas, que vienen a mejorar el desempeño de las operaciones logísticas en las cadenas de suministros y que abarcan el desarrollo e implementación de las TIC para la interconexión inteligente de las operaciones en la cadena de

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

valor. Esto se manifiesta como un efecto generado por el incremento del uso de Internet en la industria, principalmente en el área del comercio electrónico.

Para Wang (2016), existe una concepción de la logística 4.0 orientada a lo práctico y que abarca la implementación de los códigos de barras, el uso de la tecnología RFID, sensores, sistemas de georreferenciación (GPS) y otras tecnologías para ayudar a las operaciones logísticas a ser más eficientes y flexibles.

La logística ha sufrido cambios desde la logística 1.0 a la logística 4.0, los cuales han caracterizado a cada una de las revoluciones existentes. En consecuencia, estos cambios disruptivos han modificado el pensamiento de las personas con relación a los procesos logísticos dando como resultado el surgimiento de nuevos conceptos como las entregas de última milla, la logística inversa, urbana o sostenible.

2.3 El uso de los vehículos autónomos en la logística urbana

Los vehículos autónomos y conectados son aquellos que disponen de un conjunto de sensores y algoritmos para lograr la imitación de la conducción humana, comunicándose e interactuando con otros usuarios a través de infraestructuras tecnológicas propias. Generalmente, están dotados de radares, cámaras, GPS y unidades inerciales reconocen las señales de tráfico, les hace mantenerse en el carril de circulación e incluso detectar e identificar otros objetos y elementos a lo largo de la trayectoria; también tienen un dispositivo conocido como on-board unit (OBU) para establecer la comunicación y lograr la interacción con el entorno a través de las redes móviles y sistemas de comunicación colectiva (C-ITS).

La logística urbana abarca aquellas operaciones y actividades comerciales y de entrega o reparto de bienes en un medio ambiente urbano. Es el caso de las ciudades, que no paran de crecer, sus infraestructuras se van transformando, se produce el colapso vehicular, de peatones y viviendas. En este sentido, se han desarrollado importantes innovaciones que ayudan a un desarrollo más sostenible del transporte.

Para Li et al. (2018), hay tres elementos comunes a todos los vehículos autónomos:

- **Sensor:** Es el dispositivo responsable de la detección y transformación de las magnitudes tanto físicas como químicas empleando los impulsos electrónicos. La visión fue el sensor primigenio de los vehículos tripulados, y mediante cámaras se recrean las funciones de los ojos de manera que los vehículos analicen y estudien el entorno.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

- Computadoras a bordo: Con sistemas GPS para ubicarse geográficamente, así como giroscopios que les permite orientarse y reconocer las trayectorias y caminos a través del cual conducen.
- Actuadores: Son los que proporcionan la fuerza para moverse frente a otro dispositivo mecánico mediante la transformación de señales eléctricas en acciones concretas respecto al trayecto.

2.3.1 Beneficios de los vehículos autónomos

De acuerdo con Li et al. (2018), los vehículos autónomos van a mejorar de forma significativa el tráfico vehicular debido a su versatilidad, que implica mayor capacidad de operación en carretera, menor tiempo de respuesta y una disminución del consumo de combustible que favorecerá a mejorar el ambiente. En este sentido, la autora señala los siguientes beneficios:

1.Seguridad: Se cree que los errores humanos que se atribuyen a los conductores son el motivo de cerca del 90% de los accidentes de tránsito. Por ello, se piensa que el uso de vehículos autónomos podría reducir, notablemente, el número de accidentes de circulación. Sobre todo, cuando el accidente es debido a factores como el vehículo, la carretera o el entorno y se encuentran factores adicionales como descuidos, la distracción o el exceso de velocidad que contribuyen al choque y que influyen en la severidad de la lesión ocasionada.

2.Beneficios para discapacitados: Estas unidades autónomas pueden dar movilidad a aquellos jóvenes o personas mayores que están impedidos para conducir.

3.Transporte de la carga: Se podría incrementar el ahorro de combustible y, al mismo tiempo, eliminar la presencia de conductores de camiones y vehículos de reparto y disminuir los factores contaminantes.

4.Tráfico: Con el empleo de vehículos autónomos no se tendrían que usar señales de tráfico para la comunicación en tiempo real entre unos y otros vehículos, generando una disminución del tránsito vehicular y los costes asociados a la cadena de suministro al permitir entregas a tiempo y con menores efectos ambientales.

No obstante, existen algunos inconvenientes asociados. Debido a lo innovador de estos procesos, uno de los factores ausentes es un marco legal y, es precisamente ello lo que ha dilatado el lanzamiento de los coches sin conductor. También hay que señalar que se deben realizar

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

adecuaciones en la infraestructura vial y las estructuras de las calles y aceras, lo cual resulta ser muy costoso para muchos países.

2.4 Vehículo Aéreo No Tripulado (llamado “dron”)

Un vehículo aéreo no tripulado conocido como “dron” es una aeronave que vuela sin tripulación, y cuyo control se ejerce de forma remota. Debe ser reutilizable y capaz de realizar un nivel de vuelo sostenido mediante sensores electrónicos de gran precisión que les permitan un alto nivel de maniobra en vuelo muy similar al que desarrolla una nave pilotada e impulsado, normalmente, por un motor de tipo eléctrico (Quintano, 2017).

El uso de drones para entregar paquetes es una idea que llevan persiguiendo algunas empresas de logística desde hace años, como es el caso de UPS, con el diseño de un dron de despegue y aterrizaje verticales.

Algunos modelos de drones que ya se han empezado a usar para el reparto de mercancía de última milla son descritos a continuación; se han escogido 5 modelos de compañías distintas, en una selección para poder compararlos:

Tabla 1. Especificaciones técnicas del dron Amazon Dron para reparto de mercancía de última milla.

AMAZON DRON		
	Sistema de Control	Autónomo
	Motor	Eléctrico
	Carga Máxima	2,3 Kg
	Máxima Distancia Alcanzada	16 Km (con carga de batería autónoma)
	Velocidad Máxima	80 Km/h
	Peso Total con paquete	<25 kg
	Tamaño en Planta	< 1 m ²

Elaboración propia basada en Ceña (2017)

Tabla 2. Especificaciones técnicas del dron Jingdong dron para reparto de mercancía de última milla.

JINGDONG DRON		
	Sistema de Control	Autónomo
	Motor	Eléctrico
	Carga Máxima	15 Kg
	Máxima Distancia Alcanzada	25 Km (con carga de batería)

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

		autónoma)
	Velocidad Máxima	54 Km/h
	Peso Total con paquete	<25 kg
	Tamaño en Planta	< 1 m ²

Elaboración propia basada en Ceña (2017).

2.4.1 Aplicaciones de drones en la gestión logística

Para Arranz (2015), la tecnología del dron es una innovación en el ámbito logístico con una ventaja asombrosa debido a su pequeño tamaño y su gran versatilidad. Es de utilidad en diferentes áreas fundamentalmente en el almacén, con capacidad de transportar hasta 3 kg con un tiempo de vuelo de hasta 88 minutos, alcanzando lugares de difícil acceso para el transporte tradicional.

De acuerdo con Castro E. (2018), las plataformas virtuales y las aplicaciones móviles complementan la implementación del dron en la entrega, y la aplicación de tráfico y navegación traza la ruta más conveniente respetando los lugares de protección aéreo. Así se llega al destino, donde la interacción con el cliente realiza la confirmación y el escaneo de este con una cámara de alta definición, comprobando que sea el destinatario que ha solicitado el producto y logrando entregar eficazmente el mismo.

Por su parte Ceña (2017), destaca entre sus principales beneficios el transporte de mercancías con autonomía ya que no requiere de un personal humano para llevar a cabo el servicio de transporte, representando un ahorro en los costes de manos de obra en repartidores que conducen las furgonetas o vehículos tradicionales, siendo amigable con el medio ambiente ya que su motor eléctrico no genera una contaminación ambiental tan elevada en comparación con los motores basados en combustibles fósiles. La recarga de sus baterías se efectúa de forma automática y sin intervención humana.

Es así como los drones tienen la capacidad de funcionar de manera continua e ininterrumpida para transportar 2 o 3 kg, exceptuando al dron Jingdong cuya capacidad alcanza los 15 kg. Se puede considerar este rango como bajo; sin embargo, en logística de última milla y en particular para el comercio electrónico aproximadamente el 80% de los paquetes pesa menos de 2 kg.

2.4.1.1 Estructura para transporte de paquetería

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

En palabras de Vila (2021), el dron debe tener un recipiente adecuado para transportar la mercancía, diseñado con “doble capa intercambiable”. La primera capa es la exterior, que protege de cualquier factor exterior al producto transportado, mientras que la segunda se amolda al tipo de mercancía que transporta, actuando como un relleno de la caja y siendo intercambiable según la situación, consiguiendo que la mercancía vaya en las mejores condiciones de temperatura y humedad. En la Figura 1 se puede apreciar la estructura de un dron para entrega de paquetería.

Figura 1. Partes de un dron de reparto de mercancía.



Fuente: Ceña (2017).

2.5 Logística de última milla

De acuerdo con CEPAL (2015), la última milla ocupa aproximadamente un tercio del coste total de la cadena logística. En este sentido, Aized y Srari (2014) señalan que los costes de última milla llegan a representar entre el 13 y el 75% de los costes totales en que incurre la cadena de suministros, siendo su mayor importe el que ocasionan las llamadas entregas fallidas, que suelen generar un coste adicional. Por tanto, Rodríguez y Dablanc (2011) consideran a esta fase del proceso la de mayor dificultad, surgiendo problemas puntuales asociados a las ciudades donde se realiza la distribución, influyendo en los costes, rapidez, confiabilidad de entregas, entre otros factores asociados al servicio.

Muchos autores difieren en sus opiniones acerca de los procesos que se deben incluir en la distribución de última milla, no obstante, hay acuerdo entre algunos autores; por ejemplo, para

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Antun (2013), el transporte urbano de mercancías incluye todo lo relativo al funcionamiento del comercio en dichas ciudades. Es decir: entrega, recolección, carga/descarga, colocación en puntos de venta, crossdocking y procesos de logística inversa con retornos. Domínguez (2013) asegura que la logística urbana integra operaciones físicas tales como la gestión de pedidos y de envíos, el transporte hasta el destinatario, las entregas a domicilio, el almacenamiento de los productos o los embalajes. Para Estrada (2007), la preparación de una ruta de última milla supone considerar varias actividades, decisiones y objetivos, y una herramienta que evalúe las variables correctas. El modelo de negocio de cada empresa se acopla a las estrategias de distribución de mercancías, entre las que se pueden destacar el envío directo, el envío por medio de centro de distribución y el envío con la inclusión de paradas múltiples.

2.5.1 Ecosistemas de última milla

Para Segura, Fuster y Antolín (2020), la logística de última milla comprende un ecosistema impactado por diferentes agentes que determinan los distintos sectores de actividad para los que la logística se desarrolla, resultando un ecosistema complejo que impulsa la búsqueda de soluciones que no siempre corresponderán a los intereses de las partes involucradas.

Los sectores cambian su logística de última milla obligados por los consumidores y administraciones públicas mediante el aumento de volúmenes, los altos niveles de servicio, las presiones en los precios y la regulación para dar cumplimiento a la rigurosa regulación y poder ser rentables. Para ello deben sostenerse en unos habilitadores de cambio como son la infraestructura, la tecnología, la regulación y la cooperación para desarrollar nuevos modelos logísticos. En la Figura 2 se representa el funcionamiento del ecosistema de última milla.



Figura 2. Funcionamiento del ecosistema de última milla. Elaboración propia basada en Segura, Fuster y Antolín (2020).

Los consumidores en línea son aquellos que compran a través de Internet en una tienda con presencia online. Según la investigación de Segura, Fuster y Antolín (2020), los niveles de facturación del comercio electrónico han crecido más de un 23% en promedio durante los últimos 10 años, llegando a experimentar un incremento del 29% en 2018, gracias al aumento de la población que compra en los comercios online, que ha pasado del 20% en 2008 hasta ubicarse en 50% en 2018.

Aunado al alza de volumen de consumidores, las exigencias del gremio son cada vez más altas en los niveles de servicio. Surge con ello los envíos exprés (en menos de 24 horas) estando por encima de 10% cada año, además el 86% de todos los repartos son solicitados a domicilio, lo que puede producir costes hasta 3 o 4 veces más de lo que implica vender en establecimientos como los supermercados. Asimismo, los consumidores solicitan mayores niveles de flexibilidad para poder realizar variaciones en los pedidos, así como de trazabilidad: aproximadamente un 56% de los consumidores quieren conocer la localización de su paquete en tiempo real.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Sobre la base de lo expuesto por Segura, Fuster y Antolín (2020), la competitividad de las empresas de paquetería se basa en ofertar envíos y devoluciones gratuitas, y se ha determinado que el 70% repite la compra si la entrega resulta satisfactoria; no obstante, solo el 18% de las empresas ofrece envíos gratis. Los costes de envío resultan decisivos en la compra para los consumidores, ocasionando una progresiva disminución de los precios que están dispuestos a pagar por las entregas de última milla. Para los mismos autores, a causa de las altas prestaciones ofertadas en el e-commerce crecen las demandas de las empresas en cantidad de servicios, y la implementación de sistemas de aprovisionamiento más flexibles y la incorporación de herramientas de predicción de demanda pueden reducir sus rupturas de inventario en un 50%. Así pues, es indispensable para los distribuidores ofertar a los consumidores empresariales servicios integrados, en otras palabras, actividades y tareas de la cadena de suministro, que va desde la gestión de almacenes hasta el transporte de mercancías a los establecimientos.

2.5.2 Modelos logísticos de última milla

Segura, Fuster y Antolín (2020), con la meta de enfrentar los desafíos de la logística de última milla, en su estudio proponen 11 nuevos modelos logísticos, los cuales se muestran en la Figura 3.



Figura 3. Modelos logísticos de última milla.

Fuente: Elaboración propia basada en Segura, Fuster y Antolín (2020).

2.5.3 Los habilitadores del cambio en la logística de última milla

Segura, Fuster y Antolín (2020) identifican una serie de habilitadores del cambio capaces de determinar nuevos modelos logísticos que puedan perfeccionar la logística de última milla. Los diferentes modelos logísticos se sostienen en estos habilitadores del cambio para responder satisfactoriamente a los desafíos de sostenibilidad, disminución de la congestión urbana y mejor desempeño de la actividad logística (ver Figura 4).

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA



Figura 4. Los habilitadores del cambio en última milla
Fuente: Segura, Fuster y Antolín (2020).

Con el paso del tiempo, la infraestructura ha tomado importancia tanto para el sector público como para el sector privado, obligando a éstas a invertir en mejoras para la optimización de la misma utilizada en logística de última milla. Aquí se incluyen actores tanto públicos como privados (nodos de distribución, taquillas inteligentes, almacenes, lugares de carga y descarga, aeropuertos, carreteras, etc.), que componen la cadena utilizada para entregas de última milla. Los activos logísticos de mayor importancia se encuentran en los almacenes, los lockers y las zonas de carga y descarga.

En cuanto al marco regulatorio, Segura, Fuster y Antolín (2020), señalan que el papel principal de las administraciones públicas en el desarrollo de los nuevos modelos logísticos de última milla se basa en crear leyes, normativas y ordenanzas municipales que permitan la actividad al sector. No obstante, la legislación actual señala deficiencias que dificultan enormemente la planificación y operatividad eficiente del mismo, tales como:

- ✓ **Diversidad en la regulación:** Una dirección con indicaciones diversas impacta a la logística y el transporte de mercancías; ésta se genera en dos categorías: territorial, que puede variar de acuerdo con la ciudad del país; e institucional, debido al ámbito y responsabilidad de legislar de cada institución si es municipal, gobiernos autónomos, centrales y hasta organismos internacionales.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

- ✓ Regulación reactiva: La labor de las administraciones públicas suele ser lenta y a veces ineficiente, en lugar de realizarse una cooperación de todas las partes más dinámica.
- ✓ Poca participación de los sectores involucrados: El objetivo principal de las administraciones públicas se centra en la búsqueda del bienestar del ciudadano. No obstante, existe apatía entre los sectores y las empresas activas en la logística y transporte de mercancías al momento de crear normativas de su interés.

Es indispensable incorporar las últimas tecnologías dentro del proceso de digitalización de la logística de última milla para dar respuesta a las nuevas exigencias por parte de los consumidores. De acuerdo con Parrado, Rodríguez y Piñeiro (2021) las tendencias tecnológicas deben impactar en las operaciones de las organizaciones y en sus actividades logísticas, para ello, y por ello es importante la revisión y el análisis del hype cycle que facilita la determinación de estrategias para el desarrollo de las llamadas tecnologías emergentes que puedan ser aplicables a los procesos logísticos de las empresas.



Figura 5. Hype cycle para estrategias de operaciones logísticas.

Fuente: Jacobson, citado por Parrado, Rodríguez y Piñeiro (2021).

En la cima del “hype cycle” se encuentran aquellos desarrollos tecnológicos que conducen a las empresas hacia expectativas muy altas, tales como fábricas inteligentes, el aprendizaje automático, o las experiencias inmersivas tanto en operaciones de producción como en actividades logísticas

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

principalmente el empleo de equipos autónomos. Todas ellas son tecnologías vitales para el fortalecimiento de la industria 4.0, que implican la adopción de protocolos que permitan la integración tecnológica entre todos los factores empresariales, principalmente los recursos humanos, ya que la finalidad es aumentar la productividad y la competitividad empresarial para hacer sostenible a la organización en los ambientes altamente variables.

Según Deloitte (2020) en la actualidad las tecnologías están orientadas a:

- Nuevos canales de comunicación: Implementación de los chatbots para mantener una comunicación efectiva con el cliente totalmente digital.
- Servicio de geolocalización: Conocer la trayectoria y localización de un paquete en tiempo real es posible gracias a los servicios de geolocalización y trazabilidad blockchain. La implementación de esta tecnología hace que los repartidores puedan ofrecer a los consumidores la posibilidad de realizar cambios con respecto al punto de entrega y, a su vez, puedan reducir los costes de entrega, y también garantizar el origen de los paquetes y seguirlos en tiempo real. Sin embargo, actualmente, más del 90% de las empresas de paquetería de corta distancia no posee esta tecnología.
- Dynamic o big data: Permite llevar una eficiente gestión de información para transformarla en datos concretos de utilidad en la toma de decisiones.
- Taquillas inteligentes: Se utiliza para la estandarización de las rutas de envíos y la eliminación de entregas fallidas.
- Patinetes eléctricos: Se implementa como opción para realizar una movilidad rápida y menos contaminante permitiendo el acceso donde vehículos grandes no pueden, siendo ecológicamente amigable con el ambiente logrando reducir la contaminación ambiental.
- Embalaje reusable para e-commerce: Estos son devueltos a un buzón de correo o taquilla inteligente para ser reutilizados por los distribuidores, y son amigables con el medio ambiente.
- Plataforma de movilidad: La movilidad en las ciudades está basada en datos e informaciones centralizada en servidores externos a las empresas facilitando el acceso a la misma de todos (open data).

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

- Vehículos eléctricos y otros combustibles alternativos: Las restricciones de acceso en las ciudades hacen que se creen los motores eléctricos y combustibles alternativos (etanol, metanol, gas natural, propano o hidrógeno) que ganan importancia a medida que aumenta la congestión.

En la actualidad, Deloitte (2020) señala que las estrategias aplicadas en las entregas de última milla están centradas mayoritariamente en:

La entrega a domicilio: Debido a que la mayoría de los vendedores por Internet no son tiendas físicas las entregas deben realizarse a domicilio, y esto no solo se relaciona con las compras por Internet, desde hace tiempo muchas empresas minoristas implementan este método. El repartidor debe contactar con el cliente hasta que se formaliza la recepción del paquete con la firma de un recibo.

Los **parcel lockers**: El cliente pueda retirar de forma autónoma su pedido a través de taquillas de autoservicio ubicadas en bloques de viviendas, comercios o estaciones de tren. Estos pueden estar dedicados a una empresa o ser utilizado por muchas empresas, siendo los clientes notificados por mensaje cuándo llega su entrega, el número de caja y la ubicación, y el código para abrir el casillero correspondiente.



Figura 6. Los parcel lockers.

Fuente: <https://www.upu.int/en/Blogs/Parcel-lockers-can-contribute-to-the-fight-for-a-sustainable-future>.

De acuerdo con Deloitte (2020), los lockers son infraestructuras emergentes en Europa, principalmente en España y Francia, donde hay aproximadamente 10.000 y 60.000 lockers, respectivamente.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Los **buzones de entrega**: Son instalados en las viviendas de uso compartido; los mensajeros colocan los productos en las cajas a los clientes se les suministra un código y el número de la caja para realizar el retiro en cualquier momento. Estos buzones son propiedad del proveedor de la entrega de última milla.

Los **puntos de recogida**: Son ubicaciones para recoger la mercancía que se compra por Internet, funcionan 6 días a la semana durante horario comercial. Esta entrega es muy ventajosa y evita errores en las direcciones de los clientes, reduce la cantidad de zonas de entrega, y también es más rápida, optimizando el enrutamiento del vehículo y tiempos de entrega.

El **crowdsourcing**: Sirve de medio rápido para realizar entregas, se utilizan conductores independientes que usan sus vehículos propios para proveer servicios de logística.

Las **taquillas inteligentes**: Según Deloitte (2020) las empresas que emplean esto pueden llegar a ahorrar hasta 0,8 euros por cada paquete a entregar ya que se trata de estandarizar las rutas y disminuir o eliminar las entregas fallidas; en el caso de España sólo el 4% de las personas recurre a este servicio.

Cargo bike (bicicletas de reparto): Se trata de vehículos de dos o tres ruedas con capacidad de carga funcionando principalmente con tracción humana, siendo un medio de transporte amigable con el medio ambiente, con un tiempo de entrega corto para paquetes de bajo peso, sin emisiones de escape contribuyendo a la disminución de contaminación del aire.



Figura 7. Bicicletas de reparto.

Fuente: <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/cambio-climatico/2021-12-08/bicis-de-carga-para-las-ciudades-las-restricciones-ambientales-empiezan-a-cerrar-el-paso-a-las-furgonetas-convencionales.html>.

La entrega en el maletero: los paquetes son entregados en el maletero del automóvil del cliente y los mensajeros desbloquean el maletero a través de una llave digital asociada al pedido específico. Esta entrega si se programa adecuadamente puede realizarse en un lugar cercano al centro de

despacho o más cerca de otros lugares de entrega. La ubicación del automóvil se realiza en tiempo real a través del servicio de GPS.

2.5.4 Tecnologías futuras

Según Parrados, Rodríguez y Piñeiro (2021), las tecnologías de mayor incidencia en la industria y en general en los sistemas de producción serán: los robots autónomos que sean capaces de ejecutar un gran número de tareas y actividades de la industria que harán aumentar su uso en los procesos debido a su flexibilidad y adaptabilidad; también los robots colaborativos para facilitar la interacción hombre y máquina, las naves no tripuladas o drones, la inteligencia aumentada y demás desarrollos tecnológicos que permitirán mejorar el desempeño empresarial en la medición, seguimiento, control de operaciones críticas, la elevación de los estándares de calidad en las líneas de producción y la eficiencia en las operaciones logísticas.

Al respecto, investigadores como Rusmann et al. (2015) y Aviles-Sacoto et al. (2019) se han atrevido a proponer los pilares que servirán de base para la industria 4.0, los cuales serían: la computación en la nube, los sistemas ciberfísicos, los robots de colaboración, la manufactura aditiva, la realidad aumentada, el aprendizaje automático, el big data, el Internet de las cosas en la industria, la optimización de los procesos en tiempo real y la integración de los vehículos autónomos en las cadenas de suministros.

Al mismo tiempo, se describe el avance experimentado en la implementación de los drones, vehículos autónomos y robotizados:

Drones: A través de estos se realizan entregas e-commerce más rápidas y con una gran reducción de los costes. Tienen capacidad de entregar paquetes de entre 2 y 5 kg, logrando reducir la cantidad de vehículos en las ciudades. Por su parte Ambran (2017), señala que los envíos de última milla utilizando drones permite disminuir los costes y aumenta la posibilidad de que los productos sean recibidos por el cliente en el menor tiempo posible.

Vehículos autónomos: Actualmente, hay empresas que integran vehículos de conducción autónoma a alto nivel. Dichos vehículos con capacidad de auto-transportarse a su destino final permiten ahorrar gastos de personal, ajustando la hora exacta del envío y evitando problemas durante la ruta.

Robotización: la robotización de los almacenes permite aumentar la capacidad de almacenamiento eliminando la necesidad de incorporar pasillos para el paso de los operarios, de la misma manera la sustitución del personal por los robots en el almacén supondrá un ahorro en costes de aproximadamente el 20%.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Para Huartos (2019), la logística 4.0 ha tenido que recurrir a los transportes inteligentes para llevar a cabo la distribución de última milla, integrando las tecnologías para aumentar la fiabilidad y seguridad del servicio de entrega, aumentar el desplazamiento, disminuir el impacto del flujo del tráfico en las entregas, la accidentabilidad, la contaminación del aire al bajar los niveles de emisiones de CO2. No obstante, la implementación de la logística 4.0 en las operaciones logísticas de última milla es más factible en los países desarrollados donde hay un sistema social funcional y los desarrollos tecnológicos para innovar las actividades de distribución de productos y elevar los niveles de satisfacción del cliente encuentran infraestructuras adecuadas.

Estas nuevas prácticas son también un reto a nivel educativo, ya que es necesario capacitar a los profesionales del futuro que utilizarán estas tecnologías, por lo cual las empresas deberán capacitar a sus talentos para que desarrollen las habilidades y destrezas para coordinar, monitorear y aplicar dichas tecnologías, disminuyendo con esto la posibilidad de errores, omisiones o procedimientos inadecuados que puedan generar pérdidas económicas para las empresas y la afectación de sus clientes actuales y futuros.

2.5.5 ¿Cuál es la eficiencia logística en la última milla?

En la última milla el desempeño trata de cumplir con las expectativas de todas las partes interesadas. El objetivo principal del proveedor de servicios de última milla es la reducción de costes, lo que se puede lograr con la eliminación de los procesos que no agregan valor y enfocándose tan solo en las actividades de VA (valor agregado). Según Deloitte (2020), la eficiencia logística de la última milla es un desafío que todas las empresas abordan al implementar tecnologías de entrega y distribución de mercancías, ya que la última milla puede representar el 40% de los costes logísticos totales.

En este sentido, cumplir con los deseos del cliente es prioritario en el sector servicios. En consecuencia, todas las capacidades y estrategias deben ir dirigidas a cumplir con las expectativas del cliente. En la actualidad, con la amplia competitividad del comercio electrónico, las opciones de cambio para los clientes son muchas, siendo imprescindible identificar las necesidades y deseos del cliente y mantenerlos satisfechos.

Para Amram (2017), mientras la última milla concentre alrededor del 50% de los costes de logística, las empresas se verán motivadas a innovar y asumir nuevas tecnologías para disminuir sus costes siempre manteniendo como propósito satisfacer los requerimientos de sus clientes. Esto constituye una ventaja competitiva para que las empresas enfrenten el dinamismo y las

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

variaciones en los gustos y preferencias de sus consumidores, principalmente, en cuanto a satisfacer el cómo y cuándo recibirán sus pedidos y que esto sea en el menor tiempo posible.

2.5.6 Modelo de suministro de última milla

La logística de última milla del modelo de entrega a domicilio representa el 50% de los costes logísticos totales y está llena de desafíos. Este punto suele ser el más costoso, problemático e ineficiente de todo el proceso de la cadena de suministro. Además, a menudo hay un impacto negativo en las ganancias de la empresa y en la experiencia del cliente.

Pero estos problemas se pueden resolver con mayor cantidad de datos y análisis. El mayor problema, según una encuesta de 2014 realizada por Mark Miller, es que solo el 24% de las empresas creen que tienen la capacidad y la flexibilidad en sus cadenas de suministro para atender el mundo en línea de hoy y el 81% de ellas temen que es poco probable que su cadena de suministro lo haga.

El uso de diversas instalaciones de inteligencia artificial para la entrega de la última milla es cada vez más común, como se muestra en la siguiente Figura 8:



Figura 8. Modelo para el empleo de la inteligencia artificial en las instalaciones para su uso en logística de última milla

En una variedad de diferentes comunidades, escuelas, vecindarios y pueblos, los dispositivos de IA se están volviendo, gradualmente, comunes. A continuación, se muestran gráficamente diferentes formas de obtener información (Figura 9):

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

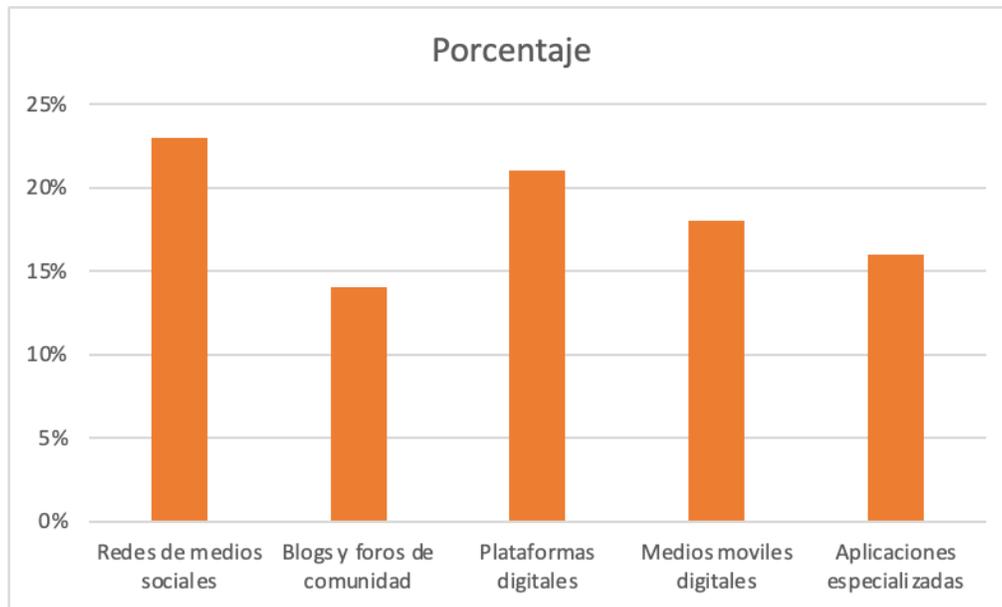


Figura 9. Porcentajes correspondientes al método de última milla.

Fuente: Ortega, R. (2020, 14 diciembre) <https://www.beetrack.com/en/blog/last-mile-logistics>.

2.6 Simulación de la cadena de suministro

Según Andrés, Sanchis y Poler (2016), una cadena de suministro es un proceso integrado en el que convergen algunos elementos: proveedores, fabricantes, distribuidores y minoristas trabajan juntos para adquirir materias primas e insumos, una persona que procesa un producto y que distribuye a los clientes. Esta integración requiere de un proceso de planificación y control de la producción. Debido a la complejidad de la cadena de suministro, los modelos analíticos que permiten su representación también son complejos, ya que representarla como una función matemática no suele ser una tarea sencilla.

Para García et al. (2006), una simulación es una serie de relaciones lógicas, matemáticas y probabilísticas que representan el comportamiento de un sistema particular, cuyo propósito es comprender y analizar las condiciones bajo las cuales opera dicho sistema para entender su comportamiento ante cambios o predecir el cambio. Puede conceptualizarse como una herramienta o técnica para apoyar un proceso de toma de decisiones ya que brinda una información aproximada sobre cómo se comportará un sistema cuando se modifican ciertas condiciones que lo afectan; de esta manera, es posible reducir los riesgos y costes asociados al problema planteado.

Andrés, Sanchis y Poler (2016) argumentan que la simulación permite modelar, analizar y evaluar cadenas de suministro y posibles escenarios sin ejecución previa, posibilitando así comparaciones. En la cadena de suministro, el propósito de la simulación es construir un modelo para un eslabón o toda la cadena de suministro para comprender cómo se ve afectada cuando ocurren ciertos cambios en ella antes de la implementación real.

2.6.1 Dinámica de sistemas (SD) en la cadena de suministro (SC)

El modelado basado en la dinámica de sistemas se usa a menudo para analizar problemas de complejidad dinámica en varios entornos (Sterman, 2000). Trata del comportamiento no lineal de sistemas complejos a lo largo del tiempo y busca describir dichos sistemas con modelos cuantitativos para comprender el comportamiento de los sistemas determinado por mecanismos de retroalimentación (Coyle, 1996). En la primera etapa, el modelo de simulación basado en la dinámica de sistemas se representa mediante un diagrama de bucle causal que representa los supuestos de la investigación, los factores clave y que limita la complejidad del modelo, en los llamados “factores limitantes”. Los diagramas de causa y efecto capturan los principales mecanismos de retroalimentación (bucles de refuerzo) dentro de un sistema, que pueden ser negativos (sistemas estables) o positivos (sistemas inestables) (Georgadis et al., 2005). Este proceso estructurado se ve reforzado por una técnica de manipulación del pensamiento sistémico llamada “mapeo participativo de sistemas” (Sedlacko et al., 2014; de la Torre et al., 2019).

En la siguiente etapa, el diagrama de causa y efecto se traduce en un diagrama de flujo que describe la jerarquía, el flujo y las variables auxiliares y sus interrelaciones. El primero significa acumulación (stock) y el segundo describe el flujo (tasa) de un parámetro específico. En la etapa final se simula el modelo para proporcionar valores iniciales para todas las variables y fórmulas para estudiar las dependencias entre parámetros (Binder et al., 2004). La formulación matemática del diagrama de flujo se realiza a través de un sistema de ecuaciones diferenciales, que luego se resuelven numéricamente mediante simulaciones (Georgiadis et al., 2005). Algunos ejemplos de aplicaciones a través de la dinámica de sistemas son el modelado de sistemas logísticos para la descripción del comportamiento dinámico de procesos, factores y sus interrelaciones en el tiempo y el espacio (Démare et al., 2017). Además, es posible modelar las ventajas de una estrategia operativa basada en cambios en las ventanas de entrega (Srouf et al., 2016) o proporcionar incentivos para dar forma a una curva de demanda (Chen et al., 2017) mientras se facilitan entregas más enfocadas por día y/o región (Boyer et al., 2009). Se pueden compartir otras investigaciones a la hora de abordar problemas operativos a través de tecnologías digitales (Yang y

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Lirn, 2017), la gestión eficaz de inventarios (Patil y Divekar, 2014), la aplicación de costes totales (De et al., 2018) y la construcción de alianzas estratégicas y la co-planificación de las infraestructuras logísticas (Scuotto et al., 2017; Gunarathne et al., 2018; Sana et al., 2018).

Como resultado, la teoría, el método y la filosofía de la dinámica de sistemas se han aplicado a varios campos de investigación, incluidos la gestión, el cambio climático, las ciencias políticas, el comportamiento económico, la medicina y la ingeniería (Yin y Wang, 2014). La retroalimentación múltiple de la dinámica de un sistema es su característica clave, siendo adecuada para el análisis estructural complejo y cambiante de la logística de, por ejemplo, la industria textil. Además, se reducen la sensibilidad y las dependencias de los datos en el modelo. En el caso de sufrir escasez parcial de datos también se puede realizar un análisis de simulación siempre que la configuración de la estimación de los parámetros sea razonable. Por tanto, a lo largo de este TFM se comprobará que el método de la dinámica de sistemas es completo, intuitivo y específico para la planificación general del sistema y para su simulación real.

Partiendo de la complejidad de la cadena de suministro, su modelado ayudará a comprender el comportamiento de los sistemas logísticos a través de la metodología de dinámica de sistemas propuesta por Forrester en 1961, cuya propuesta es modelar y simular los sistemas de alta complejidad. En este contexto, los métodos cuantitativos proponen características de retroalimentación del flujo de información entre pedidos, materiales y suministros, recursos económicos, personas y equipos y maquinaria (Andrés, Sanchis y Poler, 2016).

Campuzano, Martínez y Ros (2010) afirman que el objetivo principal de la dinámica de sistemas es examinar las interacciones entre los diferentes elementos de un sistema para comprender cómo se comportan dichos elementos. Los autores señalan que el enfoque de Forrester implica crear un diagrama de causa y efecto que represente la estructura básica del sistema en cuestión y sus elementos y relaciones, para luego construir un diagrama de flujo en el que aplicar las simulaciones de datos cuantitativos, fórmulas y expresiones matemáticas, para después introducir todo ello en un software que proceda a su resolución.

Mediante la simulación de la cadena de suministro a través del diseño de sistemas es posible construir un proceso de CS que incluya todos los equipos, maquinarias y actividades; un ejemplo: la simulación del proceso de suministro de materia prima o la ejecución de la logística inversa, también permite el análisis de la información "AS-IS" y proponiendo "TO-BE" "/" WHAT IF" en escena para obtener información que lleve a decisiones más efectivas. El diseño del sistema determinará los beneficios y permitirá que los analistas y los responsables de la toma de

decisiones los comparen con otros escenarios que se han simulado para dar cuenta de las mejoras del proceso.

2.6.2 Implementación del proceso de simulación

Las industrias están sometidas a un entorno dinámico y en constante transformación, que les demanda adaptar sus estructuras operativas para cumplir las expectativas de sus clientes y mantenerse competitivas dentro del mercado. En este sentido, Marmolejo et al. (s.f), señalan que la industria de bienes y servicios analiza constantemente sus capacidades para hacerle frente a la demanda, mejorar su rentabilidad, disminuir sus costes y evaluar la posibilidad de expansión.

No obstante, los sistemas industriales son altamente complejos debido a la cantidad de variables que intervienen y actúan sobre ellos, lo que dificulta las proyecciones y estimaciones para ejecutar una toma de decisiones eficaz. Es por ello que recurren a herramientas y software especializados para diseñar y crear modelos que les permitan simular el sistema, siendo esta una herramienta para efectuar las proyecciones sobre sus operaciones productivas en diferentes escenarios y bajo distintas condiciones óptimas, pesimistas e incluso catastróficas, a través de modelos estadísticos que describen la naturaleza operativa en diferentes estados temporales.

Los sistemas de simulación brindan datos importantes que permiten tomar decisiones correctas en situaciones de gran complejidad; no obstante, es vital cumplir una metodología. La dinámica de sistemas permite y facilita la construcción de modelos de simulación, luego de efectuar el análisis de todas las variables que definen el sistema; este análisis define la lógica interna para la conceptualización del modelo, el cual debe poder ajustarse a datos e información histórica y cumplir con un conjunto de relaciones de las relaciones estructurales.

A continuación, se da una descripción de la planificación que se debe cumplir para desarrollar una simulación para el análisis y representación de sistemas de producción y servicios de manera exitosa en los softwares especializados.

a) Formulación del problema: Luego de realizar la evaluación del sistema y comprender su funcionamiento, se procede a identificar el problema a resolver y a sus elementos de interés: variables y restricciones.

La intención es caracterizar el problema, conocer su situación actual, qué está ocurriendo y por qué ocurre, lo que nos facilita establecer los objetivos de la investigación que permitirán concretar el estudio (Wang, Y., 2006). En este sentido, se analiza cada elemento que integra el sistema clave para su funcionamiento, excluyendo aquellos que no afectan su naturaleza (Zhang y Lin, 2004).

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

b) Los diagramas de bucle causal: Estos diagramas permiten visualizar la interrelación entre las diferentes variables que intervienen en un sistema; el diagrama está formado por un conjunto de nodos que representan a las variables y aristas o bordes, son las conexiones o relaciones existentes entre ellas; si el enlace se define como positivo se trata de relación positiva entre las variables y viceversa (An et al., 2019, An, K., Xu, J., Wang, X. (2019), Simulation analysis of dairy cold chain inventory based on system dynamics. School of Management, Guizhou University. Logistics Sci – Tech, 2-4.).

c) El diagrama de flujo de dinámica de sistemas: El diagrama causal representa un análisis de mayor profundidad acerca de la naturaleza de los elementos y las relaciones lógicas que se originan entre ellos. Permite definir las variables de nivel, de flujo, auxiliares, las constantes de los parámetros, entre otras; las cuales se conectan entre sí a través de flechas y permiten construir el diagrama de flujo del sistema que simularía cómo funciona el sistema lo más cerca posible de lo que ocurre en la realidad (An et al., 2019, An, K., Xu, J., Wang, X. (2019). Simulation analysis of dairy cold chain inventory based on system dynamics. School of Management, Guizhou University. Logistics Sci – Tech, 2-4.).

d) Definición de las ecuaciones en el lenguaje de simulación: Tanto el diagrama causal como el de flujo sólo reflejan la estructura del modelo y sus relaciones lógicas; sin embargo es necesario establecer las ecuaciones que faciliten el análisis cuantitativo del comportamiento del sistema; transformando esa estructura en ecuaciones matemáticas que permitirán el uso de un software para realizar la experimentación del sistema y conocer las posibles soluciones al modelo (Wang, Q. (2009), System Dynamics, Beijing Tsinghua University Press).

e) La simulación y validación del modelo: Una vez que se finaliza la construcción del modelo, entonces se procede a testar y validar el mismo: verificando las relaciones lógicas de cada una de las variables definidas y sus correspondientes ecuaciones. Después se debe verificar la integridad y corrección del modelo para confirmar que efectivamente el modelo es completamente correcto, se otorgan valores a las variables y se corre el modelo usando un software de computadora. (An et al., 2019)

Una vez planteado los diferentes escenarios los resultados del experimento pueden estudiarse más claramente analizando la interacción entre los elementos internos del sistema con el propósito de conocer los elementos clave y obtener una valoración de todos los escenarios proyectados, efectuar los ajustes necesarios hasta llevar el modelo a una mejor aproximación del contexto real y poder comparar y analizar los resultados experimentales y evaluar el plan de

mejoras o las decisiones a tomar según los objetivos establecidos (Wu, W.C. (2008), Investigación sobre el desarrollo del mercado residencial en el centro de Ganzhou basado en la dinámica del sistema, Universidad de Ciencia y Tecnología de Jiangxi). Entre los softwares empleados para realizar la simulación tenemos MATLAB, Vensim o Arena, entre otros.

2.6.3 Status quo de la distribución logística de última milla en China

En China, la forma más común de entregar paquetes sigue siendo la entrega puerta a puerta por mensajeros a los consumidores. Sin embargo, debido a varias razones, el proceso de entrega de los "últimos 100 metros" de paquetes exprés encuentra muchos obstáculos, lo que provoca problemas a la hora de gestionar la entrega final:

(1) La gestión de las unidades comunitarias dificulta la entrega de paquetes. La dirección final de muchas entregas urgentes incluye barrios residenciales, complejos de unidades, edificios de oficinas, escuelas y otros lugares. Muchas comunidades y dependencias prohíben la entrada a los mensajeros por exigencias de seguridad, lo que provoca ciertas dificultades en la entrega de paquetería exprés.

(2) Los consumidores tienen nuevas demandas de entrega debido a sus exigencias laborales o a consideraciones de seguridad. La dirección del destinatario que completan muchos consumidores es la dirección de su casa, y es probable que el destinatario esté en el trabajo cuando se entrega el paquete; algunos destinatarios completan la dirección de la empresa y pueden encontrarse en la situación de que no están en la empresa cuando se entrega el paquete. En este momento, si no hay un esquema de recolección, causará dificultades en la entrega final del paquete.

(3) El aumento en el negocio de entrega final y el aumento de los costes hacen que las empresas de comercio electrónico y entrega urgente necesiten métodos de servicio innovadores. Según datos de la Oficina Estatal de Correos china, la escala de entrega urgente allí ocupa el primer lugar en el mundo en volumen. Desde 2008, el volumen de entrega urgente ha aumentado de 1.500 millones a 20.670 millones, con una tasa de crecimiento anual compuesto promedio del 43,9%. En 2015, los ingresos totales del negocio de entrega urgente por encima del tamaño designado en China fueron de cerca de 280.000 millones de yuanes, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 31,4% en los últimos siete años. Por un lado, el gran incremento del negocio ha impulsado el crecimiento y desarrollo de las empresas de envío urgente y, por otro lado, también ha dificultado que el método tradicional de entrega única puerta a puerta satisfaga las necesidades.

2.6.4 Problemas de SF Express

1. SF Express tiene relativamente pocos establecimientos comerciales. Debido a que el alquiler en el centro de la ciudad es muy caro, los puntos de venta de la empresa generalmente están ubicados en áreas remotas de la ciudad, lo que hace que el mensajero deba viajar un largo camino para obtener la entrega urgente. Como resultado, la puntualidad de la entrega urgente no es alta y la entrega se retrasa frecuentemente.

2. La gestión del almacén es caótica. En la entrega de última milla, debido a que todavía se utiliza el método tradicional de entrega manual, debido al creciente volumen de entrega urgente la mano de obra original está lejos de ser suficiente. Ello resulta en una gran cantidad de mercancías apiladas en el almacén. A menudo se pierden envíos o no se encuentran los paquetes de los clientes durante muchos días. Sin embargo, debido al alto coste de la mano de obra en esta etapa y al hecho de que los nuevos empleados necesitan una cierta cantidad de capacitación en conocimientos profesionales antes de que puedan asumir sus puestos, es poco realista contratar a una gran cantidad de nuevos empleados para la empresa en un corto tiempo.

3. Falta de suficientes vehículos de entrega, teniendo así una capacidad de transporte insuficiente. SF Express implementa una política de una persona con un vehículo de entrega para la entrega de la última milla. Sin embargo, debido al creciente número de paquetes y las ubicaciones remotas, el servicio de mensajería tiene que ir y venir muchas veces para completar la entrega del día. A veces, los bienes acumulados incluso tardan más de cinco días en completar la entrega, lo que afecta en gran medida el tiempo de entrega.

4. La calidad de los empleados de mensajería es baja, la calidad del servicio es deficiente y faltan empleados con habilidades profesionales. Dado que la entrega urgente privada generalmente no tiene altos requisitos sobre la calidad de los empleados, la industria tiene un bajo contenido técnico y es fácil ingresar a dichos trabajos. A menudo esto conduce a la pérdida de bienes, daños y otras cosas que dañan la marca de la empresa. El personal de gestión de la empresa solo se gestiona de acuerdo con la tecnología de gestión de los predecesores, lo que hace que la tecnología de gestión retroceda. Como resultado, la marca de la empresa no es alta y ha habido muchas quejas de los clientes.

5. La enorme competencia del sector. Como competencia en el negocio de las diferentes empresas de mensajería exprés en la misma industria, en China, los competidores de SF Express incluyen principalmente: EMS, Home Delivery, Civil Aviation Express, China Railway Express, Sinotrans y gigantes multinacionales de mensajería exprés como DHL, FedEx, UPS y TNT. Al mismo tiempo,

existen diferencias en la escala de la empresa, la red de relaciones y la red de mercadeo de las empresas privadas. De vez en cuando se producen comportamientos de competencia desleal, como el robo de clientes y la captación de clientes a precios demasiado bajos.

Por lo tanto, en base a los problemas anteriores, antes de formular estrategias para resolver los problemas actuales de SF Express, el principio del sistema dinámico se puede utilizar para simular, comparar y analizar el impacto en el funcionamiento de la empresa en diferentes circunstancias.

3 Casos de estudio

3.1 Descripción general del comercio electrónico en China

Para Requena (2019), China ha logrado avances rápidos y significativos en las operaciones de comercio electrónico, en parte debido a la aparición del SARS en 2002, que impulsó la industria del comercio electrónico chino liderada por las empresas JD.com y Alibaba. Junto con Amazon, son líderes en dicho campo. Por el desarrollo de la logística 4.0, el volumen medio diario de entrega de paquetes alcanzó los 150 millones en 2020. Para 2018, el comercio electrónico creció un 15%, lo que representa el 25% de las ventas de bienes de consumo, con un ingreso promedio de 9.800 millones de yuanes, lo que demuestra la solidez de la industria del comercio electrónico de China en relación con otros países, constituyendo un 50% del comercio electrónico mundial.

El motivo de estos cambios es la combinación de Internet y su integración de procesos logísticos, lo que permite a las empresas reducir costes logísticos y facilitar la vida de las personas al expandir el uso de bienes de consumo. En este sentido, se considera a la cadena de suministro y a la logística 4.0 como un elemento diferenciador, es decir, una ventaja competitiva, frente a otras industrias del mercado. Para ello, China ha modernizado sus medios de transporte e infraestructura, construyendo una red de autopistas, la red ferroviaria de alta velocidad más grande del mundo, aeropuertos y puertos marítimos automatizados, lo que la convierte en una de las más rápidas de la historia.

China debe avanzar tecnológicamente para hacer frente al crecimiento explosivo y rápido del comercio electrónico, una de sus principales figuras es la plataforma de comercio mundial inteligente que eWTP para desarrollar inteligencia artificial, internet de las cosas, análisis de big data, automatización y robótica para digitalizar las operaciones logísticas; esto hace que China sea considerada actualmente un referente en el campo de la logística.

Por su parte, Samar (2019) argumenta que el comercio electrónico es un mercado de rápido crecimiento en cuanto a entregas en 24 horas en el caso de China, que representó el 10% del total

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

de envíos en el año, o lo que es lo mismo, entregas diarias de 3.000.000 artículos, el doble de los entregados en España.

La Figura 10 muestra el cambio en diferentes categorías de negocios. Se observa que las compras en tiendas son principalmente productos para el cuidado de la salud, mientras que productos como partes o repuestos para productos como automóviles, belleza y cuidado de bebés están en transición al comercio digital.

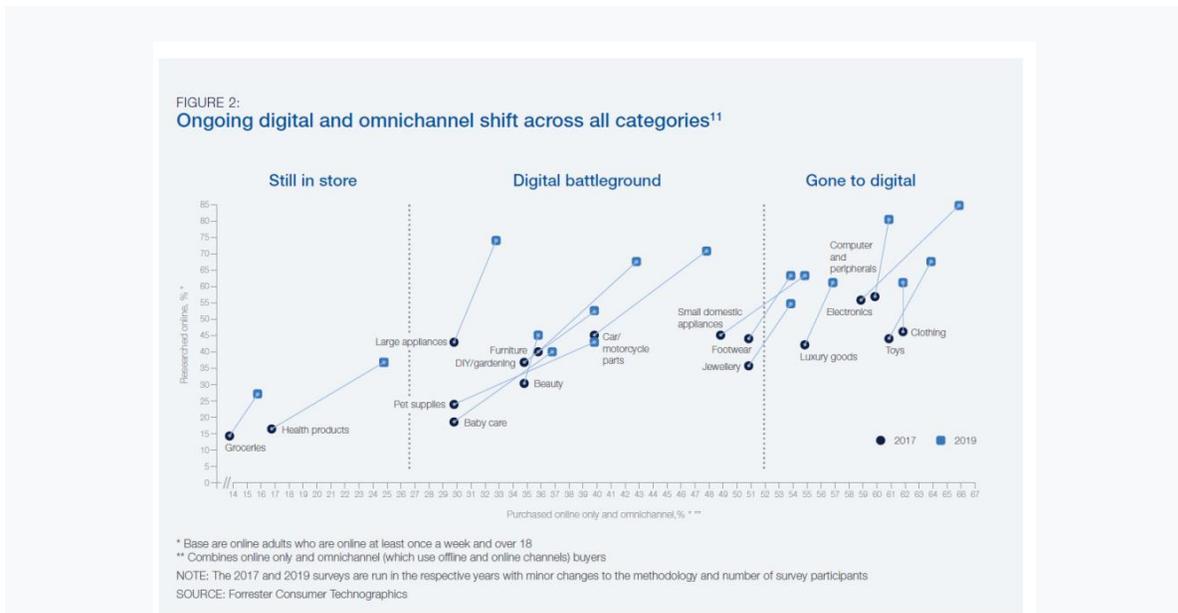


Figura 10. La digitalización y la omnicanalidad en diferentes categorías de productos.

Fuente: Samar (2019).

Los desarrollos tecnológicos no solo han innovado en la forma y los medios de comercialización, sino que han permitido la disminución de los plazos de entrega, permitiendo mejorar el rendimiento de las cadenas de suministros aplicando innovadoras métodos de entrega como drones y mediante vehículos autónomos. A esto debe añadirse los softwares y herramientas que facilitan la trazabilidad del producto; es decir, realizar el seguimiento del producto a lo largo de la cadena de suministros con los modelos de aprendizajes automáticos, cámaras y herramientas informáticas en específico; también los sistemas para carga y descarga automatizados que incrementa la productividad en la gestión del almacén.

Por otra parte, Bravo Tejeda (2020) señala que los “gigantes tecnológicos chinos Alibaba y JD.com están invirtiendo en automatizar la cadena de suministro”, y la intención es adoptar la automatización de todas sus operaciones logísticas y el empleo de tecnología autónoma en vehículos para dotarse de alternativas que modernicen dichas cadenas de suministro.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

En este TFM se realizará una recopilación de información que permita analizar los avances alcanzados en la logística de última milla de esas dos grandes empresas del comercio electrónico: JD.com y Alibaba, ya que han implementado modelos de negocios no convencionales y se han atrevido a asumir el reto derivado de incorporar el Internet y los desarrollos tecnológicos para aumentar sustancialmente la experiencia y los niveles de satisfacción de los clientes.

3.2 Caso 1: JD.com

La compañía de comercio electrónico de ventas al por menor JD.com, con sede en Beijing (China) y fundada en 1998 por Liu Qiangdong, es un Marketplace B2C cuyos resultados en 2021 sorprendieron al reflejar un aumento del 26% de la facturación con cerca de 40.000 millones de dólares en ingresos (Bloomberg, 2021). Su modelo de negocio consiste en un comercio electrónico para venta de productos con mayor calidad y precios superiores; mientras que sus inversiones en publicidad son una de las menos agresivas y concentran el mercado nacional en China, pese a que sus productos se comercializan en todo el mundo su principal mercado es en el mencionado país (Rodríguez, 2021).

Sus almacenes están totalmente automatizados, siendo esta una de sus fortalezas que les permiten disminuir la mano de obra para realizar funciones de supervisión y aplicar innovaciones tecnológicas como las estanterías inteligentes y la utilización de robots (ver Figura 11).

Otra opción empleada por JD.com es el procesamiento de datos (big data), el cual le permite analizar en tiempo real los patrones de conducta de sus clientes, los productos con mayor demanda y la reposición de los inventarios; mientras que implementa el reparto con drones para acceder a las zonas rurales. Una de sus fortalezas son sus almacenes robotizados donde se requiere de un personal mínimo, con el uso de estanterías inteligentes que toman nota de los pedidos y que, además, almacenan la información para elaborar perfiles que permiten llevar un control exhaustivo del inventario.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA



Figura 11. Centro logístico de JD.COM en Shanghái.

Fuente: [manutención&almacenaje.com](https://www.manutencionyalmacenaje.com) (2017)

<https://www.manutencionyalmacenaje.com/Articulos/238843-JD-com-desarrolla-la-primera-gran-red-logistica-de-reparto-con-drones.html>

3.2.1 JD.com Logistic

JD.com Logistic es el nuevo grupo comercial de la empresa, creado en el año 2007 por la compañía como una innovadora alternativa de solución a la problemática de entrega de paquetería en China. Se trata de su propio sistema logístico diseñado para reducir los costes que les ocasionaba la contratación de un distribuidor externo para la gestión de la entrega de la paquetería. Su misión al crear esta división logística fue aumentar el nivel de servicio de tal forma que ninguna empresa en el mundo les pudiera igualar, empleando una red logística sofisticada de tecnologías de entregas; esta visión se cumplió al lanzar el programa de repartos “en el mismo día del pedido” en el año 2010 (Dispatchtrack, 2022).

La empresa llevó a cabo las inversiones necesarias para desarrollar sus capacidades logísticas, partiendo del hecho de considerar que las estrategias y medios de transportes realizados por terceros no ofrecían la confiabilidad y la rapidez que requería JD.com para sus paquetes. Según Rdivirtual (2021), durante el 2017 la empresa toma la decisión de transformar una operación en una unidad de alto impacto dando como resultado un grupo comercial con que hoy en día representa una fuerza dentro del comercio electrónico en China con una extensión física que abarca 1.000 almacenes con un área total de 21 millones de pies². En la Figura 12, se presenta la línea de tiempo de la evolución comercial de JD.com Logistic desde el año 2010:

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

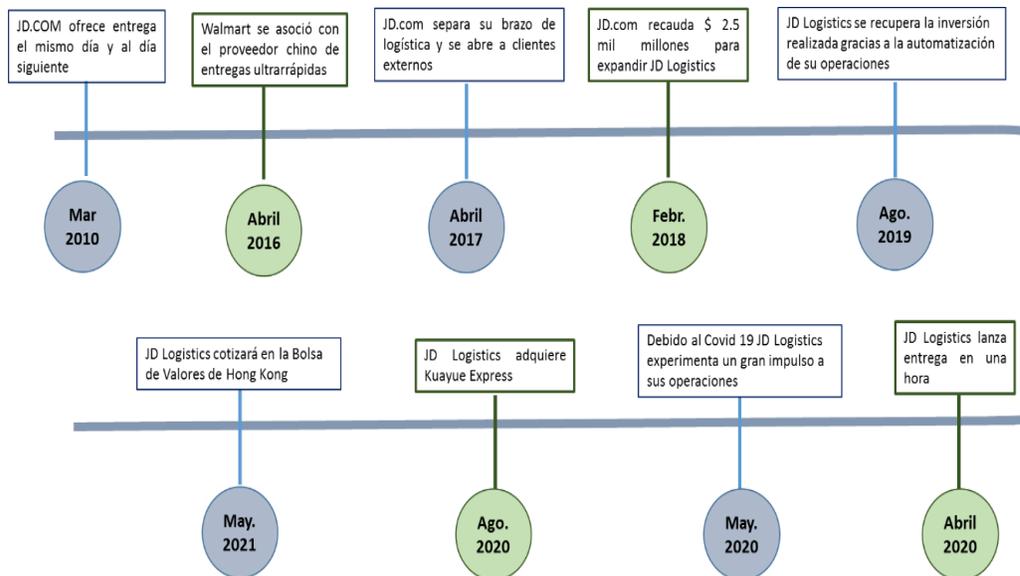


Figura 12. Línea de tiempo de JD.com Logistic.
Fuente: Elaboración propia a partir de Rdvirtual (2021).

En marzo de 2010 la compañía decide ofertar entregas tanto el mismo día como al día siguiente para reafirmar su intención de convertirse en el único servicio de reparto en efectuar rápidas entregas de pedidos del comercio electrónico. Para abril de 2016, Walmart se asocia con la empresa de servicios súper rápido de Dada-JD Daojia donde JD.com era un socio minoritario; sin embargo, actualmente la empresa tiene más del 50% de la participación accionaria y ha fortalecido las alianzas con Walmart que se ha convertido en su principal aliado en el servicio de entregas en el país.

En abril de 2017 JD.com oficializa un proceso de apertura de sus operaciones logísticas y se abre a otros clientes externos para prestarles el servicio de entregas. Dichos ingresos representan el 1% del total de los ingresos de JD.com Logistic. Durante el mes de febrero de 2018, se inicia la expansión de la unidad logística de JD.COM con la inversión de 2,5 millones de dólares para ampliar sus servicios logísticos, esto incluye la llegada de nuevos inversores como Hillhouse Capital, Sequoia China, China Merchants Group o Tencent, quienes se unieron a la empresa para expandir y adquirir tecnología que permitiera la automatización del servicio de entrega con la robótica y la automatización; conservando JD.com el 81,4% de la participación accionaria.

Después de dos años de la millonaria inversión para el negocio de las entregas de última milla, en agosto de 2019, JD.com Logistic se recupera y logra desarrollar la capacidad logística para llevar sus entregas a localidades menos pobladas fortaleciéndose como un operador logístico moderno

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

cuya fortaleza principal ha sido la automatización y tecnificación de sus operaciones logísticas que le permitieron mejorar sus niveles de rentabilidad y la eficiencia en las entregas de paquetería dentro de China.

Para abril del 2020, JD.com Logistic decide lanzar al mercado su oferta de entregas en una hora, servicio que fue denominado como “entregas instantáneas”, permitiendo que las tiendas minoristas afiliadas a JD.com pudieran acceder a dicho servicio, ampliando su oferta en el 2020 a otras tiendas minoristas. Durante este año, el servicio de entregas el mismo día y al día siguiente alcanzó un 91% de eficiencia. Con la llegada del Covid-19, la empresa experimenta un incremento de sus entregas porque el cierre del comercio había impulsado las operaciones del comercio electrónico y con ello, se dio un incremento de los volúmenes de pedidos que permitió impulsar la eficiencia operacional de JD.com Logistic con un impacto positivo en los gastos logísticos con respecto a los ingresos generados.

Durante los años 2020 y 2021, JD.com Logistic mantuvo un crecimiento sostenido que le permitió en agosto del 2020 lograr una participación accionaria en los servicios de última milla de la empresa china Kuayue Express, con la intención de fortalecer el servicio de reparto para comerciantes externos. En mayo del 2021, JD.com Logistic comenzó a cotizar en Bolsa de Valores de Hong Kong con una oferta de 609,16 millones de acciones a un precio de 5,20 dólares.

De acuerdo con Turienzo (2019), la red logística de JD.com es la infraestructura logística más grande el mundo con una superficie bruta de 12 millones de m² que le permiten cubrir la demanda del 99% de la población en China, con una eficiencia logística del 90% de la entrega de sus pedidos el mismo día o al día siguiente de ser ordenado. La empresa se encuentra en un plan de expansión con la apertura de un millón de tiendas físicas en un horizonte de planificación de 5 años.

En la Figura 13 se presenta la evolución de la superficie de almacenamiento que JD.com ha experimentado luego del nacimiento de JD Logistic, donde puede apreciarse que en 2017 la compañía solo disponía de 5,8 millones de m² para almacenamiento y que esta superficie se incrementó para el 2018 y el 2019 donde pasó a 10,9 y 12 millones de m² respectivamente, con un crecimiento interanual del 85%.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

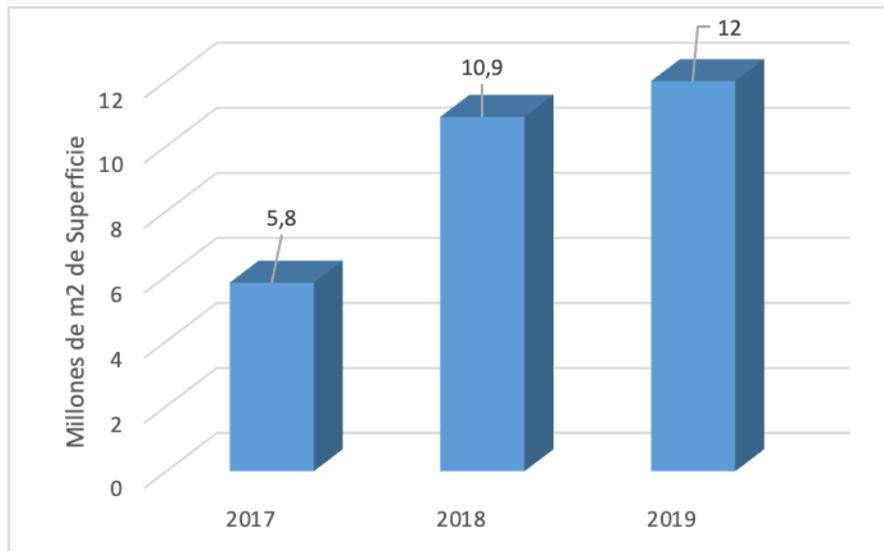


Figura 13. Evolución de la superficie de almacenamiento de JD.COM (2017-2019).

Fuente: Turienzo (2019).

<https://www.retailnewstrends.me/el-mayor-movimiento-logistico-de-la-historia-del-retail/>

Para Bravo Tejada (2020), JD.com Logistic oferta una logística muy completa y de extremo a extremo, que incluye el transporte de carga desde el almacén hasta la entrega en sí al cliente final. Los servicios prestados están disponibles para tiendas offline y online, pertenezcan o no a su plataforma de comercio electrónico, permitiéndole a otras marcas y empresas disponer de un servicio de entrega sin tener la necesidad de mejorar e invertir en sus propias cadenas de suministros. En lo que respecta al coste del servicio, JD.com Logistic tiene una tarifa menos costosa que otras ofertas del mercado que llegan a cobrar hasta un 75% de las ganancias a los usuarios que adquirieron sus productos en otras plataformas como es el caso de Amazon.

Actualmente, la visión de futuro de JD.com Logistic es aprovechar los desarrollos tecnológicos como la automatización y la tecnología 5G para aumentar la velocidad de respuesta de sus cadenas de suministro a los requerimientos de inmediatez que están prevaleciendo en el mercado. En este caso, la infraestructura de logística inteligente que ofrece JD.com está muy automatizada en 28 parques, lo cual le ha permitido incrementar el alcance de su servicio de entregas el mismo día o al día siguiente en las provincias de Hebei, Shandong y Henan. Además, inauguró su primer parque logístico con tecnología 5G en Beijing en el año 2019 con un novedoso sistema de monitoreo y rastreo de producto a lo largo del almacén que permite alertar sobre algunas irregularidades o anomalías por causas humanas (Bravo Tejada, 2020).

3.2.2 La automatización de las operaciones logísticas de JD.com: drones y vehículos no tripulados.

Según Gutiérrez (2019), JD.com inició su proyecto de aviones no tripulados en 2015, y fue en mediados de 2016 cuando realizó sus primeras entregas comerciales con naves no tripuladas del mundo en áreas rurales de las provincias de Jiangsu y Shaanxi; a partir de ese momento, los drones de JD.com han realizado alrededor de 400.000 minutos de tiempo de vuelo para realizar sus entregas de última milla. Sin embargo, la empresa china no sólo opera en el país asiático: en enero del año 2019 realizó con éxito el primer vuelo de aviones no tripulados en Indonesia, convirtiéndose en el motor de impulso para el uso comercial de los drones en ese país y al sur este de Asia.

Por su parte Samar (2020), reseña el comentario efectuado por Jun Fan, jefe de JD.com Logistic & Express en el cual expresa:

“Estamos desarrollando soluciones y utilizando avanzadas tecnologías como la inteligencia artificial (IA) y el Big Data en una amplia gama de escenarios para mejorar la eficiencia y reducir los tiempos y costes en la entrega de última milla. (...) somos pioneros en la entrega mediante robots autónomos y en la construcción de estaciones de entrega inteligentes en varias ciudades de China para mejorar aún más la entrega de última milla”.

En este sentido, JD.com ha encontrado en los desarrollos de las nuevas tecnologías la fortaleza necesaria para optimizar sus operaciones logísticas desde la cadena de suministros hasta el cliente final mediante una combinación que tiene como base la inteligencia artificial, la robótica y la automatización de sus procesos de almacenamiento y entregas de última milla. En la Figura 11, se puede apreciar como los drones de JD.com Logistic se trasladan a zonas alejadas para hacer sus entregas.

En China, los vehículos terrestres no tripulados de JD.com realizan entregas en zonas urbanas y los robots de entregas son aliados de la compañía en los campus universitarios del país; adicionalmente, la empresa ha establecido dos estaciones de entrega inteligente que funcionan en las ciudades de Changsha y Hothot para innovar la logística de última milla en estas localidades y disminuir el tiempo empleado para que cada producto llegue a su destinatario.

Esta iniciativa se encuentra en fase de ensayos avanzados en lo que respecta a la implementación de los vehículos autónomos y el uso de drones exclusivamente diseñados por su laboratorio de innovación JD-X. En la Figura 14 se pueden apreciar los vehículos autónomos empleados por JD.com en la parte de sus operaciones de entrega.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA



Figura 14. Vehículos autónomos JD.COM.

Fuente: [Blog] Dispatchtrack (Consultado, 15/05/22)

Los vehículos autónomos pueden viajar desde 7 hasta 30 km y recorrer distancias de hasta 100 km sin la asistencia del conductor. JD.com Logistic los utiliza en 4 provincias del centro-sur de China, principalmente, para entregas a comunidades remotas. Además, cuenta con 200.000 trabajadores asociados de negocios de entrega que cumplen con los requisitos estipulados por la compañía en la mayoría de las provincias y localidades de China.

La ventaja de movilizar mercancías a través de drones o vehículos autónomos en comparación con un conductor tradicional es el rendimiento promedio en el tiempo empleado para materializar una entrega efectiva, en especial en las zonas rurales o apartadas donde la logística tiene costes más elevados que en las áreas o localidades urbanas. El propósito de JD.com es aumentar su ámbito de influencia e incrementar el número de los ya miles de pueblos chinos a los cuales actualmente se puede acceder para resolver los inconvenientes de las entregas de última milla.

En este sentido, las proyecciones de la compañía implican llegar a la producción masiva de drones para reducir los costes de fabricación, emplearlos en las entregas urbanas y desarrollar modelos que puedan llegar más lejos con el uso de combustibles llegando a desarrollar velocidades de hasta 300 Km/hora.

En este sentido, JD.com ha encontrado en los desarrollos de nuevas tecnologías la fortaleza necesaria para optimizar sus operaciones logísticas desde la cadena de suministros hasta el cliente mediante una combinación que tiene como base a la inteligencia artificial, la robótica y la automatización de sus procesos de almacenamiento en entregas de última milla.

3.3 Caso 2: Alibaba

Alibaba es una plataforma de comercio electrónico mayorista de origen chino, donde interactúan vendedores y compradores para hacer compras y ventas a nivel internacional, expandiéndose por

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

todo el mundo y contando también con una versión en español y otros idiomas. Alibaba no es fabricante ni proveedor, es una plataforma que conecta vendedores y compradores; no obstante, las transacciones que realizan no son de su responsabilidad. Así, las inquietudes, consultas o preguntas que se tengan referentes a los productos deben hacerse directamente a los proveedores.

3.3.1 Logística de última milla de Alibaba

Para el grupo Alibaba el futuro del sector del e-commerce estará marcado por el uso de los robots, teniendo en cuenta los altos costes que las entregas de última milla suponen, además del tiempo que requieren. En respuesta a este desafío desarrolló los llamados Xiaomanly; estos robots recogen los paquetes en un punto de entrega y se dirigen hasta el destino utilizando aceras y el carril-bici, y son capaces de transportar, aproximadamente, 50 paquetes al mismo tiempo y hasta 500 en la realización de una jornada, cubriendo en una sola carga distancias de hasta 100 Kilómetros. Sin duda, los robots poseen muchas ventajas a diferencia de los humanos, por ejemplo, en la exactitud en la entrega, llegar a la dirección exacta sin margen de error, además de escoger la ruta más rápida sin establecer pausas durante el recorrido.



Figura 15. Vehículos autónomos Alibaba.

Fuente: Rochoa (2021) <https://www.cadenadesuministro.es/noticias/alibaba-explora-el-uso-de-robots-para-las-entregas-de-ultima-milla/>

De la misma forma, los Xiaomanly, en cuanto a su mecanización, alcanzan un nivel de 4 sobre 5, pueden adivinar los movimientos de viandantes y vehículos con entre cinco y diez segundos de anticipación, lo que lleva a evitar colisiones imprevistas. Del mismo modo, la tecnología de posicionamiento les permite operar donde la señal de GPS es deficiente.

3.3.2 Planificación logística de Alibaba

Se ha indicado anteriormente que Alibaba realiza sus entregas sin las tradicionales furgonetas de entrega, como sucede con otras empresas. Según Ke Wang (2021), desde 2012 Alibaba ha registrado un aumento constante del número medio diario de los paquetes de entrega. En la actualidad, el número total de paquetes por año superan los 70 millones.

Según las afirmaciones de Jack Ma, CEO de Alibaba, en China no hay otra empresa que resista una demanda tan grande. Es por lo que, discrepando de la logística de otras empresas de comercio electrónico, Alibaba plantea una estrategia de logística única al suministrar una logística “socializada”.

En este sentido, lo que Alibaba desea es realizar una integración de múltiples elementos para elaborar una plataforma logística basada en la colaboración externa, aunando a consumidores, distribuidores, mayoristas y proveedores de otras soluciones logísticas con vistas a un objetivo común orientado a una excelente experiencia de compra.

En consecuencia, Alibaba reveló su estrategia logística por primera vez el 19 de enero de 2011, poniendo en marcha una serie de medidas que incluyeron tres proyectos principales: logística de Alibaba, China Smart Logistic Network y estaciones de servicio comunitario.

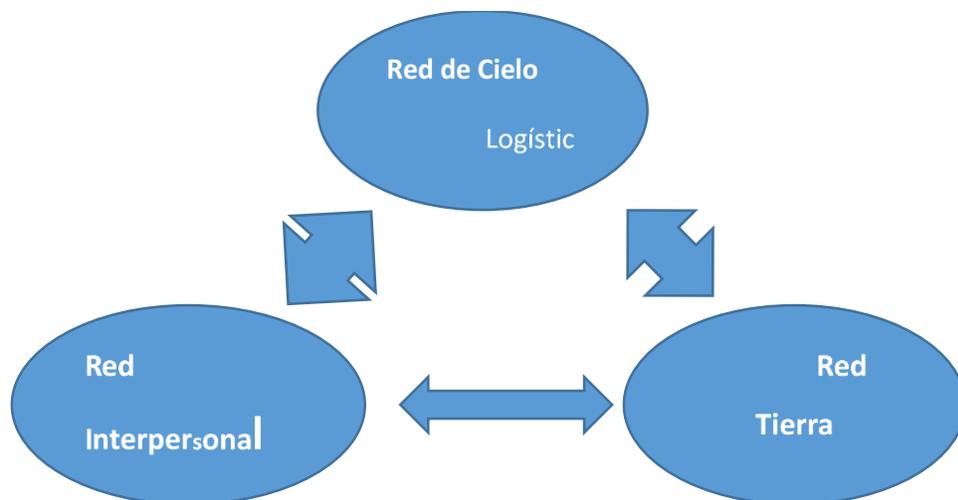


Figura 16. Proyectos logísticos Alibaba.

Fuente: Ke Wang (16 de abril 2021). <https://logisticamuialpcsupv.wordpress.com/2021/04/16/las-estrategias-logisticas-de-alibaba/>

1) Red de cielo: Conformada por Alibaba y otras empresas de logística, es una unión, integrando almacenamientos nacionales y extranjeros, y proveedores de logística y software, que brindan sus

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

servicios de subcontratación de logística de comercio electrónico de ventanilla única, por ejemplo, operaciones de recolección, distribución, clasificación y empaque de mercancías, entre otros.

2) Red de tierra: Alibaba lo concibe como un proyecto de inversión en almacenamiento y logística ejecutado a través de una alianza con otras empresas, bancos e instituciones financieras, se orientan a las operaciones prácticas como la ubicación adecuada de centros logísticos, diseñar rutas de transporte con el fin de cumplir lapsos de entregas en el menor tiempo posible, sin importar las distancias.

3) Estaciones de servicio comunitario: como parte de la entrega de la última milla fueron anunciadas en octubre de 2012, incorporando dos formas de las estaciones campus y las estaciones de autoservicio. El tamaño de éstas viene dado por la situación real cuyo funcionamiento depende de un sistema inteligente, donde se puede enviar o recoger el paquete.

3.3.3 Alibaba hacia nuevos rumbos

Pensando en la productividad general de China, Alibaba comenzó a dirigirse a sectores que no se habían tomado en cuenta anteriormente como el sector rural. El propio fundador, Jack Ma, sostuvo en agosto del año 2019 en una conferencia en la apertura del Séptimo Foro de la Aldea China Taobao celebrado en Shandong, China, que trabajarían en junto con los gobiernos locales para el diseño de un sistema de suministro y comercialización para las zonas rurales de China, en el cual sus productores podrán comprar mejores semillas y fertilizantes, así como vender sus productos.

Además, Ma afirmó: “Es de vital importancia para Taobao lograr mejores ventas de productos agrícolas y ayudar a mejorar los medios de vida de los agricultores”, siendo Taobao una de las plataformas de compras en línea más importante, haciendo énfasis que Alibaba debe su éxito al espíritu emprendedor de los jóvenes, agricultores y las pequeñas empresas, manifestando su alegría de ver que la mayoría de los Chinos han acogido el comercio electrónico y que permite retornar el talento a las zonas rurales de China.

Para Ma, en las zonas y las industrias rurales se encuentran las mejores oportunidades, por lo que a la empresa le resulta satisfactorio que más jóvenes talentos regresen a las aldeas a desarrollar el campo. Para ello resulta indispensable que los gobiernos locales contribuyan en el diseño de políticas preferenciales para atraer talento, mejorar el entorno empresarial de comercio electrónico garantizando la protección al medio ambiente.

3.3.4 Uso de Drones en Alibaba

Según Sepúlveda (2017), a inicios de 2015 Alibaba fue autorizada a realizar pruebas para el uso de drones pese a las fuertes limitaciones de uso del espacio aéreo en China, y en primera instancia se inició con la distribución de paquetes de té a través de estos medios de transporte en tres ciudades del país, Beijing, Cantón y Shanghái.

Incluso con problemas técnicos por resolver y los desafíos que representaba el uso de drones, como por ejemplo los tendidos eléctricos, árboles e incluso los mismos habitantes, el obstáculo mayor a vencer era la administración china, que debía resolver cómo los drones podían sobrevolar el espacio aéreo, la interacción con los habitantes sin que existiera una legislación regulatoria para los operadores y las operaciones de estas aeronaves, en pro, principalmente, de la seguridad de los ciudadanos.

3.4 Caso 3: Amazon

Amazon es una empresa de comercio electrónico estadounidense que fue fundada por Jeffrey Bezos en 1995 cuando apenas tenía 34 años, con el propósito de vender libros electrónicos. Luego de trabajar en una compañía de fibra óptica hasta ocupar el cargo de vicepresidente, Bezos decidió renunciar a la empresa para dedicarse a un proyecto personal con su esposa: crear la tienda de libros electrónicos más importante del mundo. Durante julio de 1995, Amazon inauguró su primer sitio web, el cual le dio la apertura al mercado y logro de manera sostenida un crecimiento exponencial, que condujo a la diversificación de Amazon, pasando de librería electrónica a ser una empresa de productos electrónicos, CDs, software, videojuegos, ropa, artículos personales, entre otros.

La cadena de suministro de Amazon es uno de los logros más importantes de los procesos logísticos minoristas, está enfocado en la satisfacción del cliente y diseñada para satisfacer los requerimientos de una empresa en pleno crecimiento. Amazon supo combinar su red de almacenes con un sistema de inventarios de niveles múltiples y un servicio de transporte soportados en los avances tecnológicos, empleando estrategias de fabricación, distribución y precios.

3.4.1 Componentes de la cadena de suministros de Amazon Tier

El primer nivel de la CS de Amazon es el sistema de gestión de inventarios de varios niveles que tiene un centro de distribución con una ubicación estratégica. Dicha ubicación requiere que se encuentre muy cerca de las áreas y centros metropolitanos, desde donde se distribuyen los productos de según su demanda y garantice el inventario necesario para poder tener una oferta

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

de allí se tiene otros almacenes más pequeños desde los pedidos llegan rápidamente a su destinatario. La capacidad de almacenamiento actual de Amazon es de 180 millones de pies² distribuidos en 493 almacenes en el mundo.

El segundo nivel de la cadena de suministro está enfocado en la entregas, mediante una red de distribución y mayoristas que les permiten suministrar los productos requeridos. Otra de las fortalezas de Amazon es disponer de las inversiones necesarias automatizar su cadena de suministros y abaratar costes; en este sentido, Amazon emplea la robótica y la automatización en los almacenes como soportes esenciales de su CS; actualmente, cuenta de 100.000 robots en todos los almacenes del mundo (Valdez, 2021).

En la actualidad, Amazon se encuentra en el proceso de arrendar aviones y registrarse en el rubro del cabotaje para crear “una red de envíos globales que controle el flujo de bienes desde fábricas en China e India, a la puerta de los clientes”.

La cadena de suministro se apoya en tres elementos fundamentales: el almacenamiento y la entrega de última milla “Amazon Prime Air” la cual realiza entregas en menos de 30 minutos empleando drones que pueden transportar paquetería de máximo 2,7 Kg a un rango de distancia de 16 Km por lo que pueden acceder a lugares en zonas de difícil acceso.

Como señala Malhotra (2021), Amazon lanzó oficialmente su servicios de entrega de última milla con “Amazon Logística” en 2018 para disminuir los costes de entrega y envío, que llegaron a alcanzar los 34 mil millones y 27 mil millones de dólares americanos respectivamente para 2018.

3.4.2 Funcionamiento de la cadena de suministros de Amazon

La cadena de suministros de Amazon se apoya en un sistema de IA y emplea un detallado trabajo de automatización robótica que apoya las actividades de la mano de obra humana, siendo clave para las actividades de logística y distribución. Tal y como se puede observar en la figura, las operaciones se inician en el almacén con la llegada de todos los productos que se comercializan a través de la plataforma, los cuales son transportados en camiones. Para esta operación, hay una rigurosa planificación de las entradas de los productos diaria con el fin de garantizar el control de los suministros a nivel interno (Malhotra, 2021).

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

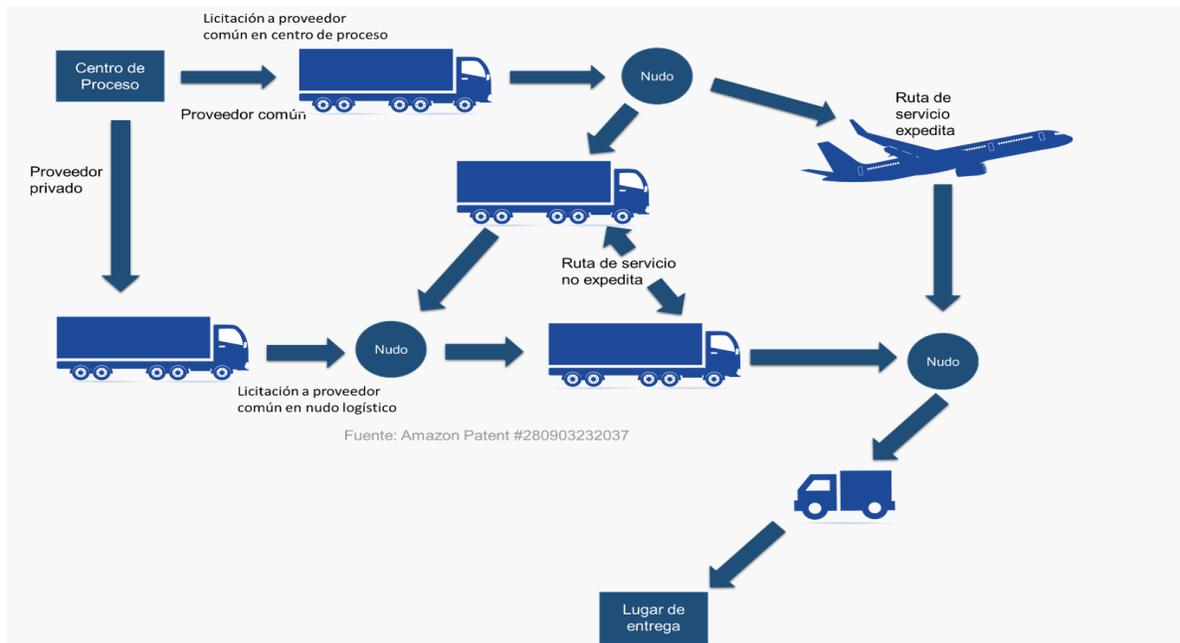


Figura 17. Cadena de suministro de Amazon.
Fuente: Amazon Patent.

Luego de ser descargada, los trabajadores localizan la mercancía en los almacenes mientras se realiza el registro de los productos en el sistema Amazon Aurora, que efectúa la gestión de las operaciones de inventarios a través de una base de datos. Una vez que el cliente realiza una compra se activa una parte de la cadena de suministros que toma la previsión de la venta. Posteriormente, a través de un sistema centralizado, el pedido llega a un robot localizado en un centro de distribución, que ubica el producto dentro del almacén y genera una figura en una pantalla con el producto a despachar y la cantidad para que se lleve a cabo la organización del pedido. Una vez listos para ser despachado, el producto recorre unos 28 Km de cintas transportadoras para ser escaneado, etiquetado e identificado con la dirección y nombre del destinatario; se estima el tiempo de transporte analizando la adecuación de la unidad, el menor tiempo y coste posible, que se requieren para la entrega de última milla.

4 Modelo de simulación

Con base en la investigación anterior sobre la etapa actual de los sistemas logísticos y de distribución de Alibaba y de JD.com, y comparando la situación de SF Express, se puede concluir que hay varios problemas. Resolverlos es de gran importancia para promover la mejora de la distribución logística de última milla de las empresas de logística. Por lo tanto, basado en la

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

dinámica de sistemas, este TFM modela y analiza el proceso de distribución logística de última milla de las empresas logísticas para encontrar estrategias para mejorar la distribución logística. En concreto, los objetivos de la simulación en este TFM son los siguientes:

- Análisis del modelo de distribución logística de última milla de Alibaba y de JD.com. Estudiar los principales elementos del sistema logístico de distribución, así como la relación de causalidad entre los elementos, la operación, el impacto de estos elementos en el proceso general de distribución y la relación lógica entre los elementos y el sistema.
- Utilizar el software de simulación Vensim para construir un modelo de dinámica de sistemas relacionado con la entrega de última milla de una empresa de distribución logística.
- Aplicación en SF Logistics Company como ejemplo de verificación del modelo de simulación. Para ello se utilizarán datos como el número real de paquetes, el tiempo de entrega y los costes de personal entre SF Logistics, objeto de la solicitud, y uno de sus puntos de venta reales en el distrito de Huadu.
- Identificar las variables clave que afectan los costes de distribución logística de última milla de SF Express. Modificar adecuadamente los datos de las variables relevantes y compararlos con los datos del modelo anterior para encontrar la mejor solución para ahorrar el coste de entrega de última milla de SF Logistics.

4.1 Supuestos de la simulación

El TFM selecciona empresas reales en China como casos de estudio, así como sus modelos de distribución independientes como objeto de estudio. Supongamos un modelo de entrega de última milla llamado “entrega no tripulada”, común en China y similar en los casos de JD.com y de Alibaba. Es decir, la empresa de logística empleará varios equipos no tripulados para el trabajo de entrega.

Después de que el mensajero reciba el paquete en el punto de venta, coloca el paquete en el equipo no tripulado en cada área para la entrega. Este TFM solo considera el proceso logístico de entrega de última milla. Por tanto, el proceso de distribución logística de la empresa de logística involucra principalmente los siguientes aspectos: puntos de venta de logística, vehículos de distribución logística y distribución no tripulada. El proceso logístico de distribución a modelar se muestra a continuación:

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

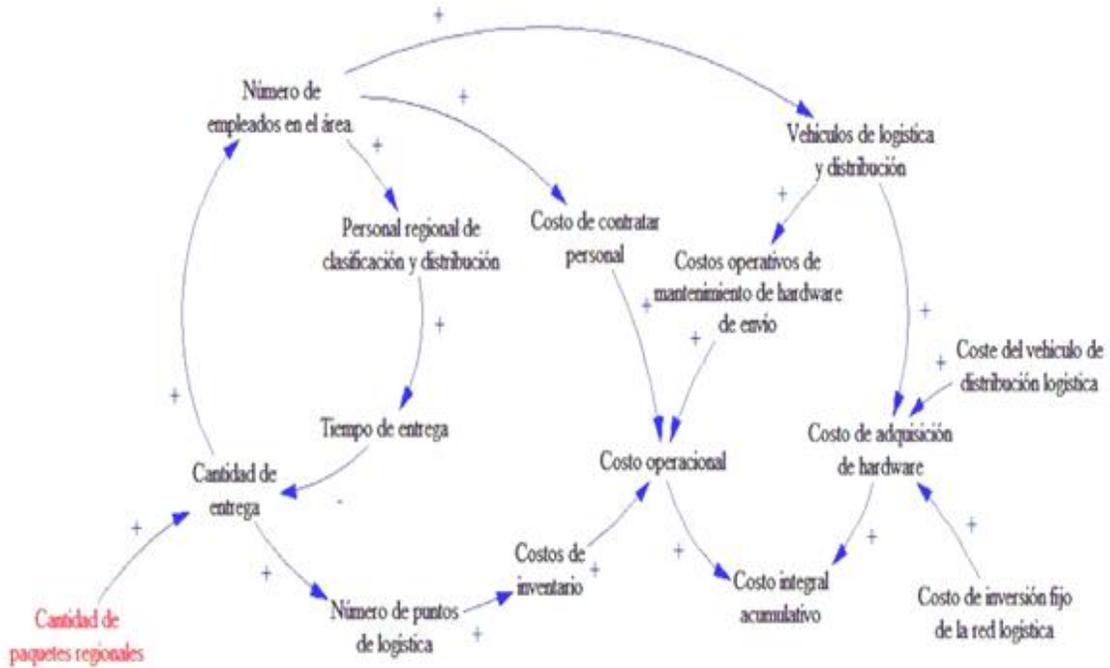


Figura 18. Diagrama de causa y efecto.

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Diagramas de causa y efecto

Antes de establecer el modelo de dinámica de sistemas se ha dibujado un diagrama causal de la distribución lógica del trabajo de entrega de última milla de SF Logistics para describir la relación causal y de retroalimentación entre los elementos del sistema. Suponiendo que la empresa de logística todavía utiliza la entrega manual en el enlace de entrega de última milla, el coste de entrega es alto. Principalmente, debido al alto coste de la mano de obra, de los vehículos de entrega y en general del alto coste integral acumulado. Este alto coste operativo puede resolverse transformándose en una instalación de entrega no tripulada para distribuir la última milla.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

A continuación, dibujamos el diagrama causal de la última milla que aún utiliza la entrega de mano de obra tradicional, como se muestra en la Figura 19, y el diagrama causal de la última milla que se transforma en equipos de entrega no tripulados.

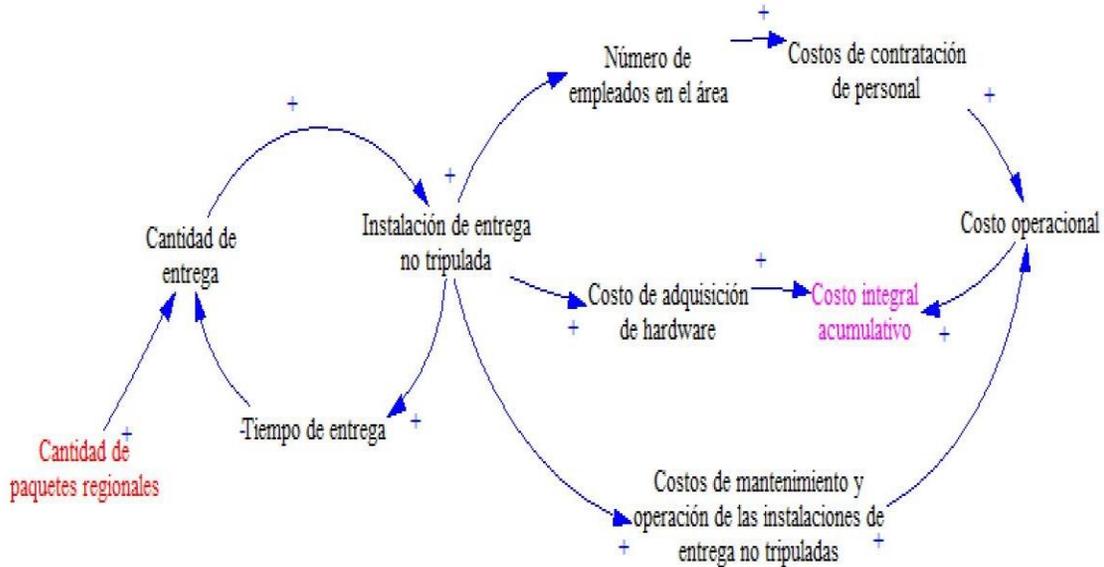


Figura 19. Uso del modo de entrega manual de última milla.
Fuente: Elaboración Propia

4.3 Diagrama de flujo

De acuerdo con el diagrama causal de distribución de la empresa de logística antes mencionado, se establece un modelo dinámico del coste del modo de distribución de la última milla de la empresa de logística. La Figura 20 muestra el modelo dinámico del coste de distribución laboral tradicional en la última milla, mientras que la Figura 21 muestra el coste de distribución de equipos no tripulados de última milla.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

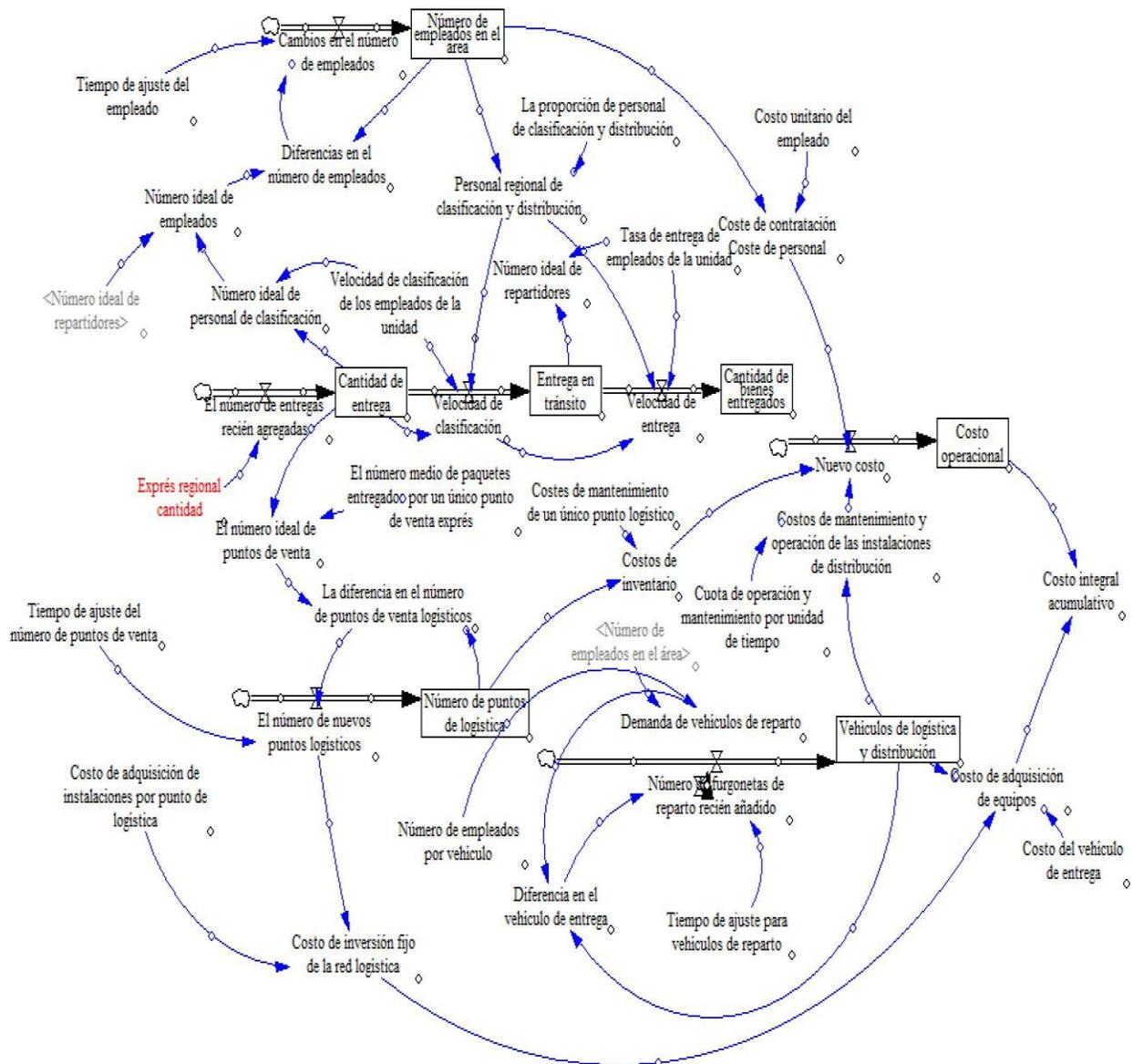


Figura 20. Modelo dinámico del coste de última milla del reparto manual tradicional.

Fuente: Elaboración Propia

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

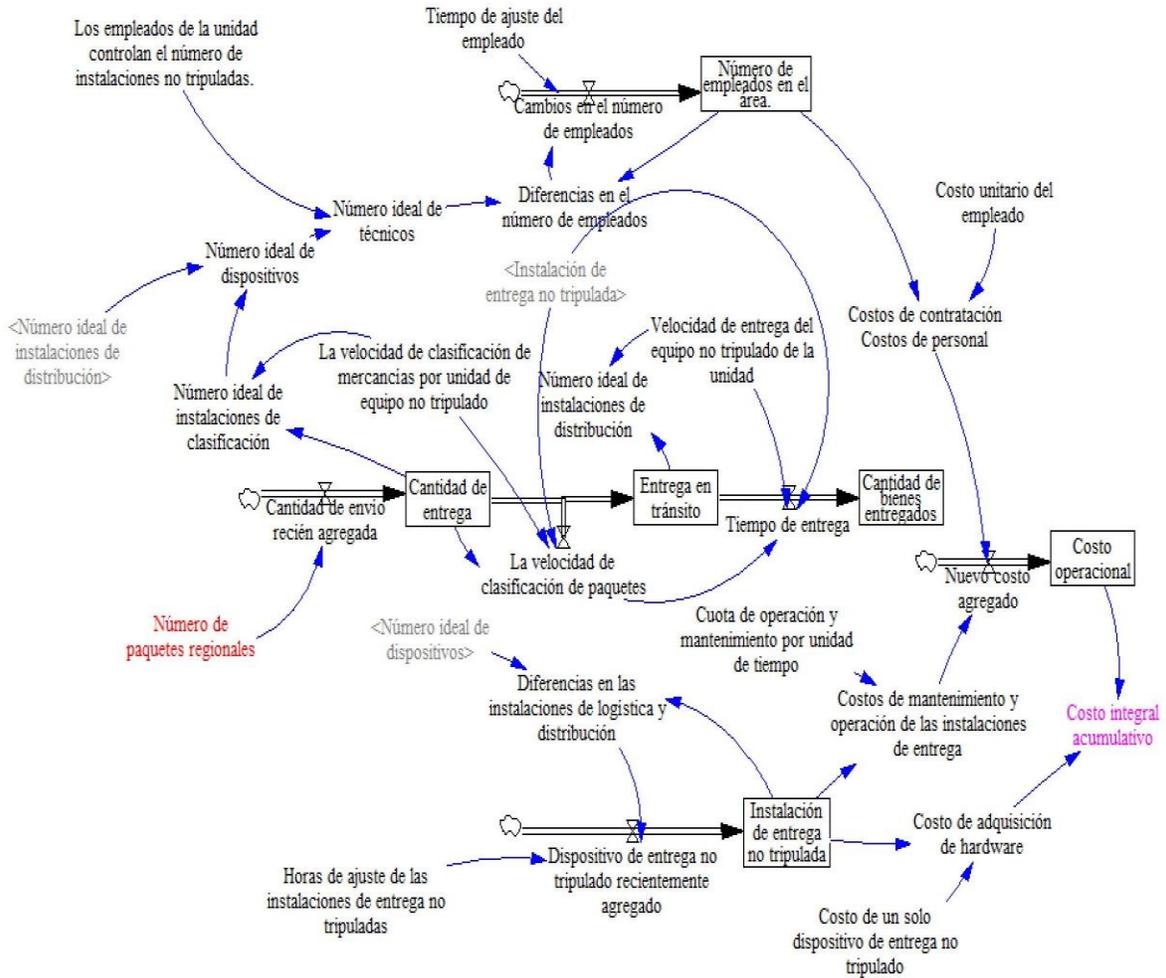


Figura 21. Modelo dinámico del coste de última milla de la entrega de equipos no tripulados.
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con el diagrama de flujo de la empresa de logística y el diagrama de causa y efecto anteriores, se puede analizar la relación lógica entre las variables del sistema y convertirlas en fórmulas matemáticas.

4.4 Verificación del modelo de simulación

El modelo de dinámica de sistemas de la empresa logística establecido anteriormente debe asegurar la autenticidad y la precisión de la respuesta del modelo en la situación real. Por lo tanto, antes de ejecutar una simulación se debe verificar el rendimiento del modelo para garantizar que la estructura del modelo, las variables del modelo y los elementos relevantes del modelo sean correctos. Como se muestra en las Figuras 22 y 23, después de la verificación, el modelo es correcto y se puede simular.

4.5 Análisis de simulación de sistemas de diferentes modos de entrega en la última milla

Debido a la regularidad de la distribución logística de última milla, el tiempo de simulación establecido por este TFM es de 52 semanas.

Con base en la operación real de SF Logistics en una de sus tiendas en el distrito de Huadu, los datos iniciales simulados se muestran en la Tabla 3. La población residente del distrito de Huadu es 863.600 habitantes.

4.6 Análisis de costes de entrega de última milla en modalidad laboral tradicional

Tabla 3. Datos iniciales para el modelo de simulación.

<i>Variable</i>	<i>Datos iniciales</i>	<i>Variable</i>	<i>Datos iniciales</i>
Tiempo de simulación	52 semanas	Coste unitario de empleado	10.000 yuanes/semana
Número de empleados en el área.	12.000 personas	Coste del vehículo de entrega	3.500 yuanes/vehículo
empresa de mensajería	784	Personal de clasificación y distribución de unidades	
recibos semanales	3292.8	Coste de adquisición de hardware por sucursal	8.000 yuanes
Velocidad de clasificación	130 piezas/día	Cuota de mantenimiento del vehículo por semana	173 yuanes
Velocidad de entrega	910 piezas/semana	Relación de clasificación y distribución	0.9

De acuerdo con el modo de distribución de la distribución de última milla de SF Logistics Company, se construye un modelo de coste de distribución. El modelo se enfoca en el coste de la mano de obra, el coste de las instalaciones de distribución y el coste operativo del punto de venta. Como se muestra en el Gráfico 1, el coste integral acumulativo sigue aumentando, y así el negocio de distribución es estable de manera que el coste acumulativo aumenta de forma constante. Cuando

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Llega el festival de compras “Double Eleven” el coste integral aumenta considerablemente debido al aumento en el número de entregas rápidas.

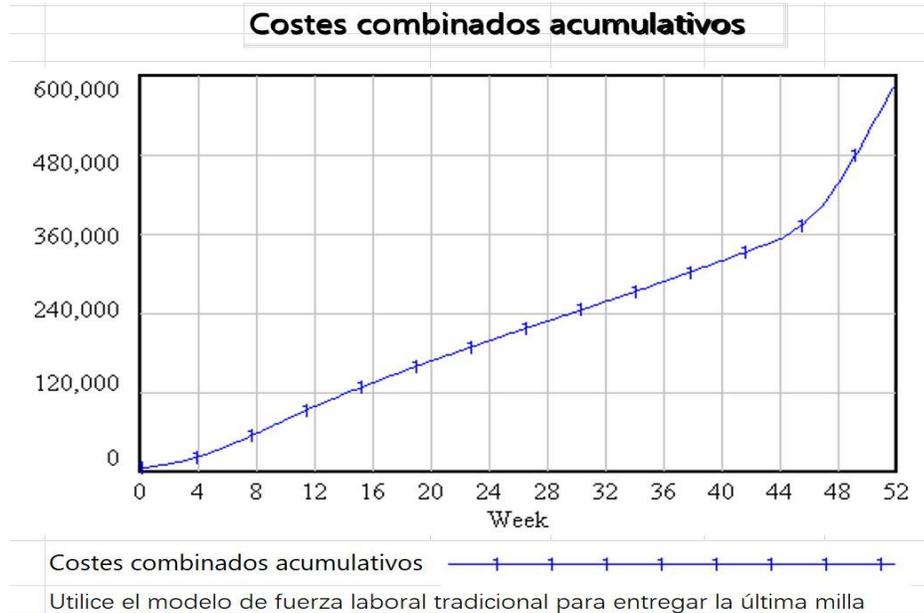


Gráfico 1. Costes combinados acumulativos.
Fuente: Elaboración Propia

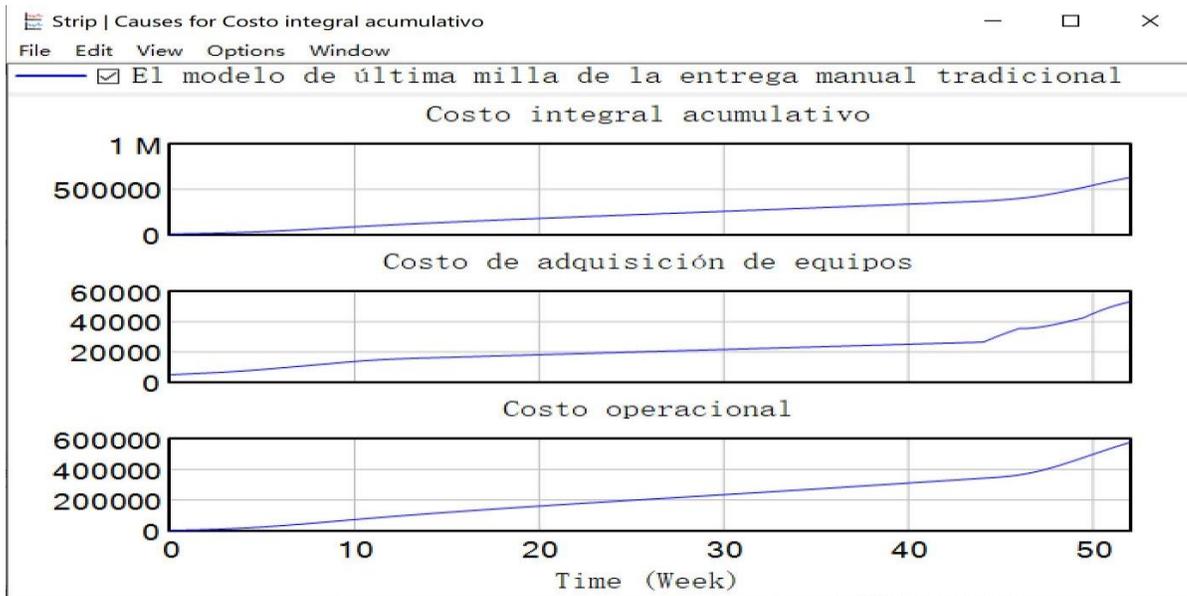


Gráfico 2. Comparación de costes: integral acumulativo, de adquisición de equipos y operacional
Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 2 se puede observar que el establecimiento acumulado del modelo de distribución logística de última milla mediante distribución manual es muy alto debido a que el coste de adquisición y operación de los equipos está en constante aumento.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

La razón de lo anterior es que, con el aumento en la cantidad de paquetes, las empresas de logística necesitan comprar continuamente nuevos vehículos de reparto y aumentar su cantidad de empleados (como se muestra en la figura a continuación), lo que sin duda constituye el mayor gasto para las empresas de logística. Además, el coste de la mano de obra en China aumenta constantemente. Si la empresa continúa con este costoso modelo de entrega logística de última milla no habrá beneficios económicos en el largo plazo para las empresas de logística y eso será perjudicial para las perspectivas de desarrollo futuro de otras empresas.

Con la misma cantidad de empleados por vehículo de reparto, la demanda de vehículos que utilizan la entrega manual para la última milla y la cantidad de empleados en el área están aumentando.

4.7 Análisis de costes de la entrega de última milla con drones

Basado en la operación real de SF Logistics en una de sus tiendas en el distrito de Huadu, los datos iniciales simulados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Datos iniciales para la simulación

<i>Variable</i>	<i>Datos iniciales</i>	<i>Variable</i>	<i>Datos iniciales</i>
Velocidad de entrega	350 piezas/semana	Los empleados de la unidad controlan el número de equipos	10
Coste del dron	56.000 yuanes		
Exprés regional cantidad	32,92 millones de piezas		

Como se muestra en el Gráfico 3 a continuación, si SF Express usa drones para entregar en la última milla, el coste integral acumulativo de este modelo de distribución logística es estable y no fluctúa mucho, pero en comparación con la entrega manual tradicional de la última milla se ha encontrado que la brecha entre ambos no es tan grande, y que ambos alcanzan un coste integral acumulativo de 500,000 yuanes a las 50 semanas.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

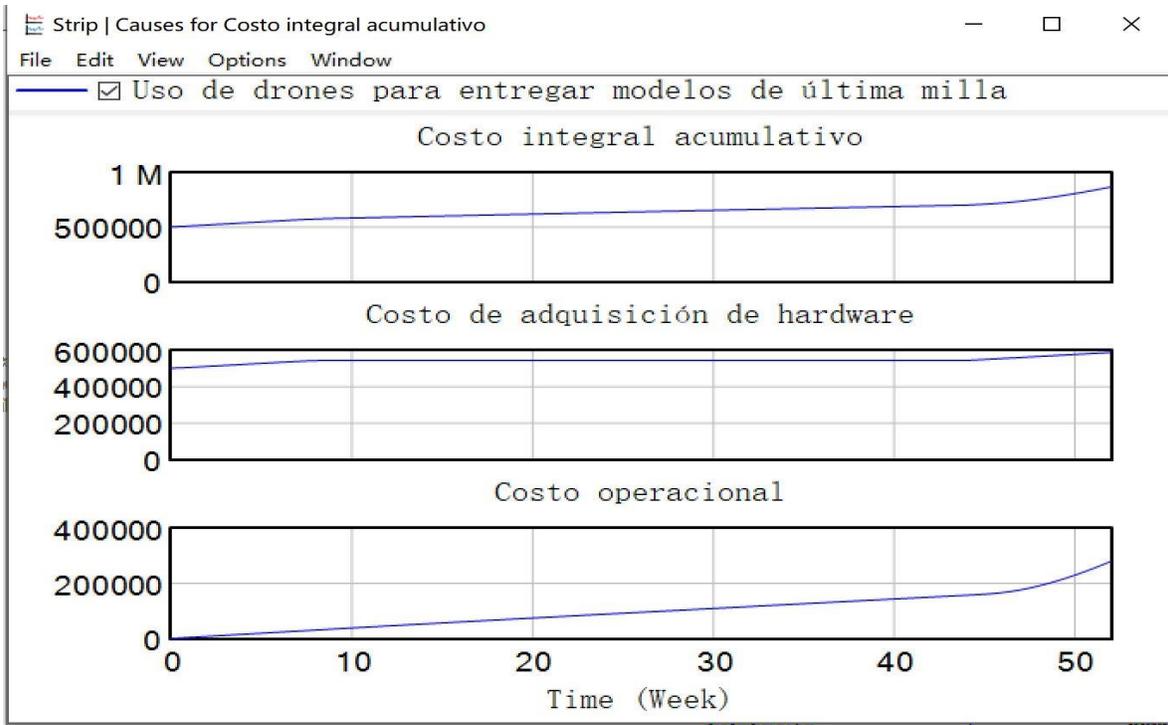


Gráfico 3. Comparación de costes: integral acumulativo, de adquisición de equipos y operacional.

Fuente: Elaboración Propia

El resultado anterior se produce como se muestra en el Gráfico 4.

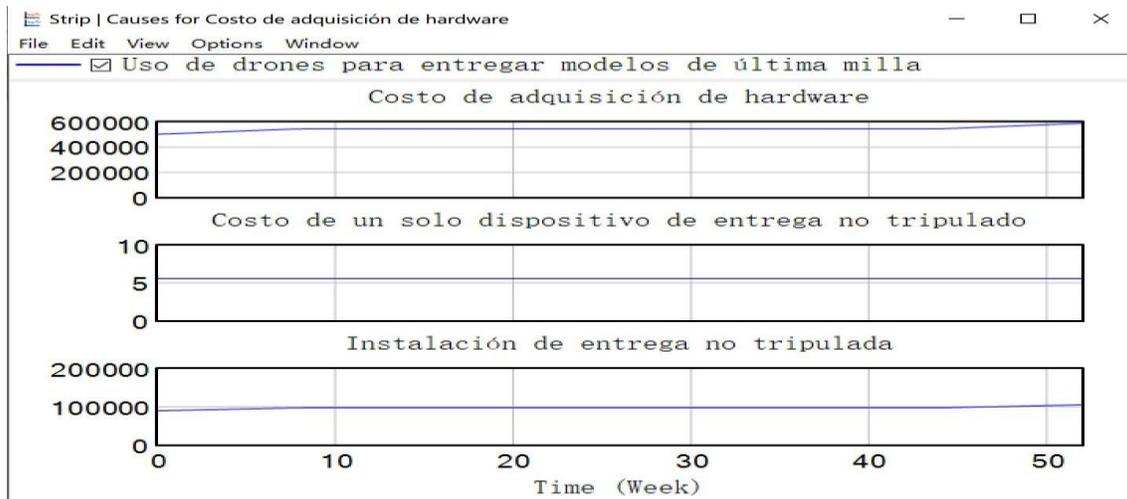


Gráfico 4. Comparación de costes: integral acumulativo, de adquisición de equipos y operacional.

Fuente: Elaboración Propia

Se puede ver en el gráfico que debido a que el equipo UAV es un producto de alta tecnología, su coste de adquisición en esta etapa es alto y el coste de mantenimiento y de adquisición conducen a un alto coste operativo. Como resultado, el coste integral acumulativo no es bajo.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Análisis de costes de la entrega de última milla utilizando vehículos de entrega no tripulados. Basado en la operación real de SF Logistics en una de sus tiendas en el distrito de Huadu, los datos iniciales simulados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Datos iniciales para la simulación

<i>Variable</i>	<i>Datos iniciales</i>	<i>Variable</i>	<i>Datos iniciales</i>
Velocidad de entrega	1750 piezas/semana	Velocidad de clasificación	250 piezas/día
El coste de los vehículos de reparto no tripulados	50.000 yuanes/juego	Los empleados de la unidad controlan el número de equipos	10 etapas
Exprés regional cantidad	32,92 millones de piezas	32,92 millones de piezas	8 semanas

Fuente: Elaboración Propia

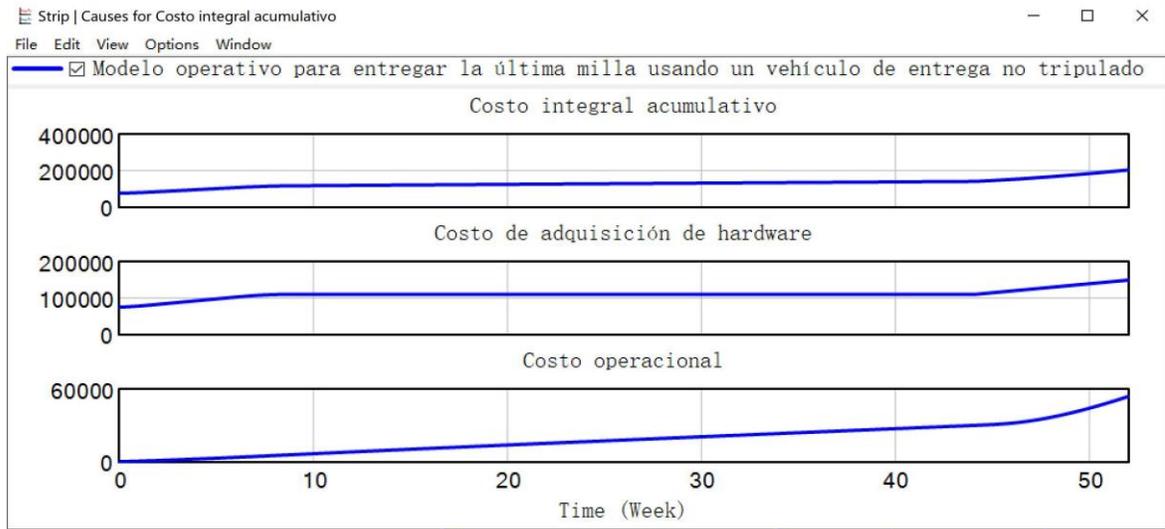


Gráfico 5. Comparación de costes: integral acumulativo, de adquisición de equipos y operacional.

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en el Gráfico 5, cuando se utilizan camiones de reparto no tripulados para entregar la última milla, el coste integral acumulativo es estable y más bajo que el coste integral acumulativo respecto al modo de entrega manual tradicional y al modo de entrega con drones. La razón de esto se puede referir al siguiente gráfico:

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

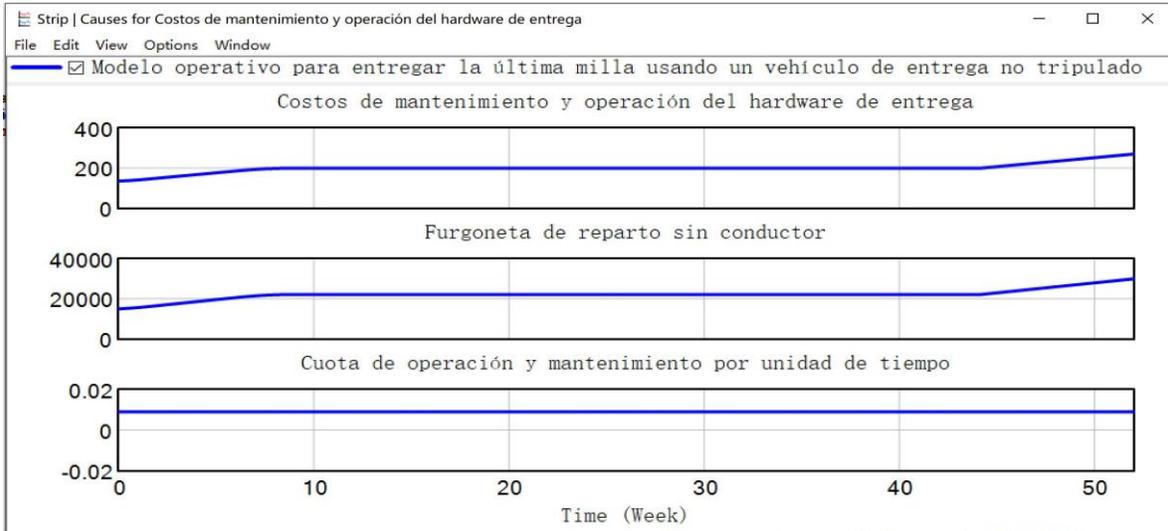


Gráfico 6. Comparación de costes: integral acumulativo, de adquisición de equipos y operacional.
Fuente: Elaboración Propia

Donde se puede ver que, si el camión de reparto no tripulado se utiliza para la entrega de última milla, el coste de operación y el coste de mantenimiento del equipo son menores que los dos anteriores.

Costos de explotación

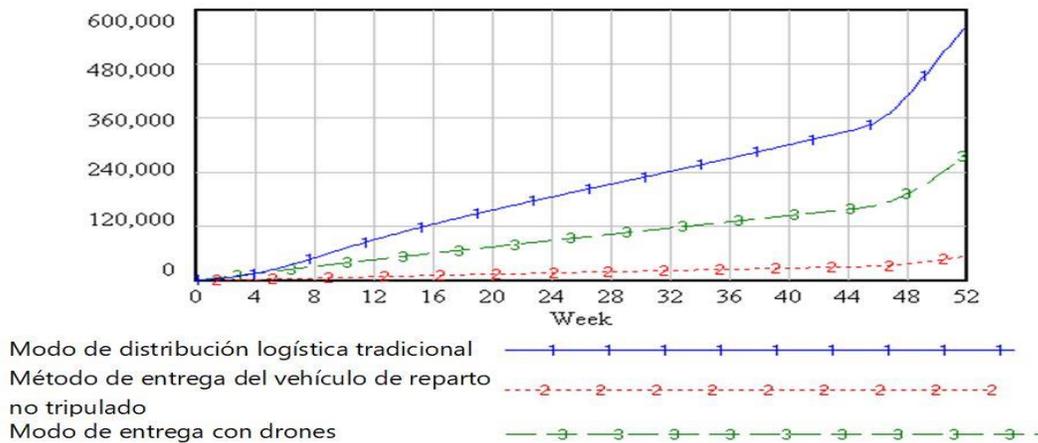


Gráfico 7. Comparación de costes de explotación para varios modelos de entrega

Costo integral acumulado

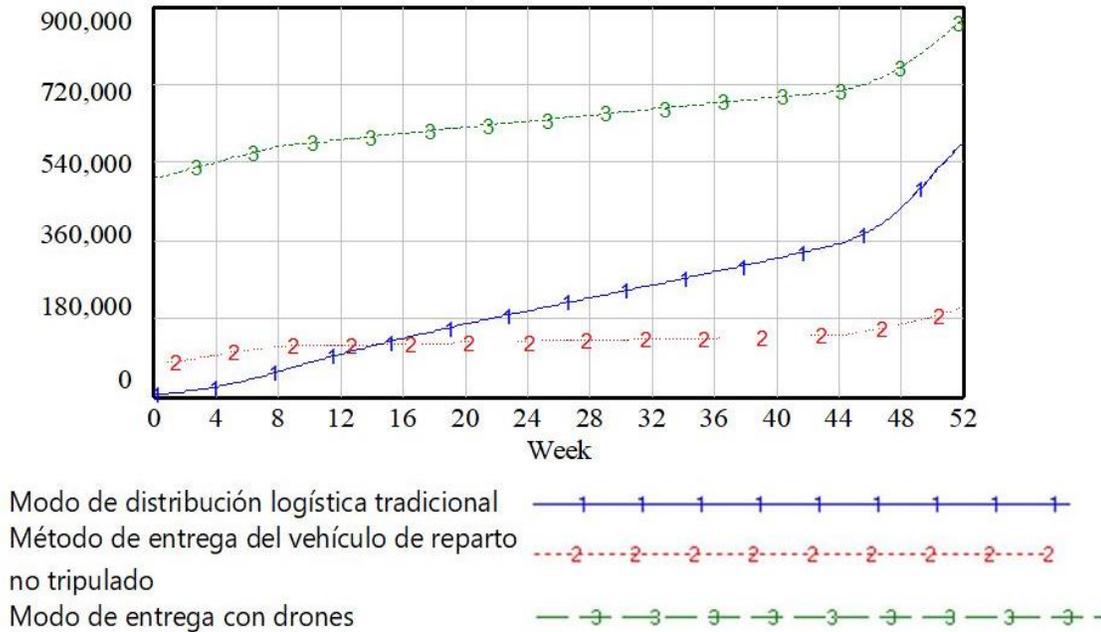


Gráfico 8. Comparación del coste integral acumulado para varios modelos de entrega. Fuente: Elaboración Propia

Se puede encontrar que el coste operativo de la logística y de la distribución tradicional son los más altos, mientras que el coste de los vehículos de entrega no tripulados es el más bajo. En el coste acumulado integral, en la etapa inicial (dentro de 0 y hasta 12 semanas), el coste del modo de distribución logística tradicional es el más bajo, pero a medida que pasa el tiempo, alcanzadas 13 semanas, el coste acumulado integral del vehículo de entrega no tripulado se vuelve el coste más bajo. El coste integral del modo de distribución logística tradicional continúa aumentando. Así, aunque todavía es más bajo que el modo de distribución de drones a las 52 semanas, la brecha numérica se ha reducido considerablemente.

4.8 Resumen de los resultados de la simulación

(1) Con el paso del tiempo, el coste integral continúa aumentando. Cuando llegue al Double Eleven, el coste aumentará considerablemente una vez, pero debido a que las empresas de logística y distribución no emplearán en exceso a los empleados debido al aumento a corto plazo volumen de distribución y el hecho de que contratar empleados lleva tiempo, su coste de entrega aumenta, pero con un aumento limitado.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

(2) Entre los costes operativos, el coste semanal del modo de distribución tradicional es el más grande, seguido de la distribución con drones, y el coste de los vehículos de entrega no tripulados es el menor, lo que significa que la fórmula de distribución logística actual puede considerarse como la transformación de los vehículos no tripulados, vehículos de reparto y drones. En términos de coste, los vehículos de reparto no tripulados son más baratos, pero los propietarios de drones tienen la ventaja de realizar entregas en zonas difíciles.

(3) Su coste de compra de hardware, la demanda de capital inicial del modelo de distribución de drones es enorme, y el vehículo de entrega no tripulado también requiere una pequeña cantidad de capital inicial. El coste de compra del modelo de distribución tradicional es relativamente pequeño, lo que significa que, en la etapa inicial de la operación comercial, el modo tradicional de logística y distribución aún puede ser una alternativa.

(4) Se puede encontrar en el coste integral que el coste integral del modo de distribución logística es menor cuando se opera en un período corto de 0 a 13 semanas, pero después de 13 semanas el coste del vehículo de entrega no tripulado se reduce al nivel más bajo. El coste del modo de distribución tradicional sigue aumentando hasta el final de las 52 semanas, aunque el coste del modelo de entrega con drones es más alto que el del modelo de entrega tradicional, la brecha de costes entre la entrega con drones modelo y el modelo de entrega tradicional se está reduciendo.

4.9 Resumen

El rápido desarrollo del comercio electrónico ha representado y aún representa un gran reto para la industria logística. Siendo el único vínculo entre el comercio electrónico y los clientes, la distribución de "última milla", su calidad y su eficiencia son particularmente importantes. El nivel de su coste determina la eficiencia operativa de toda la logística.

Hoy, cuando la tecnología de la inteligencia artificial penetra en la vida cotidiana y la industria de equipos no tripulados prosigue su avance, este trabajo explora una variedad de modos de distribución para estudiar el problema de la "última milla" de la distribución logística del comercio electrónico, y analiza y compara varios modos de distribución con el objetivo final de ahorrar costes modelo de cadena de suministro.

5 Conclusiones

Combinando un análisis de casos reales y simulados y la investigación bibliográfica actual más reciente, este documento se centra en el problema de la distribución de última milla en el desarrollo de la logística del comercio electrónico. Proporciona un cierto grado de referencia para que las empresas de logística lleven a cabo la distribución de terminales logísticas, y también da una forma de pensar para futuras investigaciones.

La tecnología de inteligencia artificial actual está impregnando todas las industrias de la sociedad, y especialmente la industria del transporte, por lo que ha inyectado un nuevo impulso en la logística del comercio electrónico y la logística. El hardware inteligente representado por robots, vehículos de recolección, drones y vehículos autónomos ha cambiado en gran medida el almacenamiento, el transporte, la distribución, etc. actuales. El modo de operación logística y traerá más cambios todavía.

Para todo el sistema logístico que necesita el comercio electrónico, la logística terminal de última milla posee altos costes y baja eficiencia. Este trabajo propone que el uso de la distribución inteligente en la última milla pueda mejorar la calidad y la eficiencia del servicio en la industria de entregas exprés. Tras analizar los casos de JD.com, Alibaba y Amazon que han promovido con fuerza la entrega de última milla utilizando equipos de inteligencia artificial en los últimos años, se han establecido tres modelos de simulación de la cadena de suministro para el modelo de entrega de última milla.

El modelo y la fórmula construidos se aplican al caso de SF Express en el distrito de Huadu, Guangzhou. Se obtuvo el número de entregas urgentes de enero de 2021 a enero de 2022 a través del sistema de trabajo de SF Express, y se obtuvieron los valores reales de otros parámetros necesarios del modelo, tales como la cantidad de vehículos, los costes de mantenimiento diario, etc., en combinación con los comentarios del personal de entrega de primera línea de SF Express. Al analizar el impacto del coste de los puntos de venta, el número de entregas urgentes, los salarios del personal y el coste de los equipos de inteligencia artificial en el coste de las empresas de logística, se ha determinado que, en el próximo año el uso de equipos de inteligencia artificial ahorrará más que la entrega manual en el enlace de distribución terminal de última milla. Para finalizar, se concluye que el uso de vehículos de reparto no tripulados como equipo de reparto de última milla es el más rentable de entre otras opciones para la mayoría de los casos.

6 Limitaciones de TFM

La logística del comercio electrónico tiene características estacionales y existe incertidumbre en la demanda. Debido a la limitación del volumen de datos, este estudio se ha realizado bajo el supuesto de una demanda fija. Al mismo tiempo, los productos de compra en línea de los residentes urbanos reales van desde electrodomésticos hasta artículos de primera necesidad, y existen categorías complejas de productos. Por lo tanto, cuando la cantidad de datos sea suficiente en el futuro, se podrán tener en cuenta la incertidumbre de la demanda y la variedad de bienes.

La última milla de distribución de equipos no tripulados depende mucho del empleo del big data, y más del entorno de tráfico adecuado para su operación. El entorno de tráfico urbano es complejo y puede haber varios semáforos a unos pocos cientos de metros de distancia. Frente a una situación de un tráfico congestionado los vehículos de reparto no tripulados y otros vehículos conducen juntos, lo que requiere una verificación exhaustiva y repetida antes de que se puedan lograr avances técnicos en términos de seguridad, flexibilidad, confiabilidad y precisión. Este TFM no considera la situación real de que otros vehículos compartan una vía, y adopta una simulación de la distribución simulada bajo la condición de utilizar la vía solo.

Además, el equipo de entrega no tripulado ya sea un vehículo de entrega no tripulado o una aeronave no tripulada debe cooperar con el GPS y tener un sistema de seguimiento, lo que hace que la entrega no tripulada dependa de la matriz de líneas de campo de la red y de la transmisión de señales. Las inclemencias meteorológicas que interrumpen la señal sería un duro golpe para ellos. En aras de la objetividad, este TFM no incluye factores ambientales como el clima severo.

Los datos seleccionados en este TFM son los datos reales de uno de los puntos de venta de SF Logistics en el distrito de Huadu, que solo representa una actuación en escena en esta área y que no puede representar todas las áreas.

7 Sobre el desarrollo futuro de la entrega de última milla en China

Actualmente, y para todo el sistema logístico, el coste de la logística de la última milla es alto y su eficiencia es baja, por lo que la cuestión de cómo usar la tecnología para resolver el problema es

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

algo que todas las empresas de logística han considerado. En concreto se pueden resaltar los siguientes puntos a mejorar:

- ✓ Es necesario reducir la brecha en el desarrollo inteligente regional y realizar un intercambio de recursos. Acelerar el ritmo del desarrollo equilibrado de la infraestructura en las regiones central y occidental para crear las condiciones para el desarrollo de la industria logística de la cadena de suministro; tomar a JD.com y otras empresas como punto de referencia para la industria inteligente, y el gobierno chino debería hacer una llamada a grandes y medianas empresas para cooperar.
- ✓ Se debe incrementar la aplicación de la tecnología de inteligencia artificial en el ámbito de la distribución y la logística de última milla. Las empresas de logística deben cultivar un sentido de innovación, mantenerse al día con la tendencia actual de inteligencia en todos los ámbitos de la vida y hacer un buen uso de la tecnología contemporánea de big data para lograr una transformación inteligente; y proporcionar capacitación sistemática relacionada con carreras inteligentes para empleados nuevos y antiguos, y acelerar el desarrollo de las empresas de logística y cadena de suministro.
- ✓ Se deben clarificar los estándares y las regulaciones para los sistemas inteligentes de entrega logística de última milla. El gobierno chino debe formular las leyes y reglamentos correspondientes y, al mismo tiempo, establecer un departamento de gestión logística de la cadena de suministro correspondiente para llevar a cabo una operación colaborativa y una gestión estandarizada, y promover la coordinación, la uniformidad y el intercambio de recursos e información entre la logística y el suministro en China.
- ✓ Se ha de fortalecer la formación de talentos integrales. Abogar por los colegios y universidades para que abran cursos y especializaciones en logística de entrega de última milla inteligente y cadena de suministro, y alentar a las escuelas a cooperar con empresas en campos relacionados, para que los estudiantes puedan combinar la teoría y la práctica, y ser más capaces de ser inteligentes en el futuro. en la industria de la logística de la cadena de suministro; se recomienda al gobierno que aumente la inversión en la entrega de logística inteligente de última milla y la capacitación de talentos de la cadena de suministro, y que las instituciones de educación superior formulen programas de capacitación para cultivar talentos compuestos para satisfacer las necesidades de las futuras necesidades inteligentes de el mercado del talento.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Cómo mejorará SF Express en el futuro

El análisis anterior del modelo de dinámica del sistema se puede identificar el papel y el impacto de las variables clave en el proceso de entrega de logística de última milla. Por lo tanto, este puede mejorar su eficiencia ajustando las siguientes variables:

1. Controlar el número de vehículos de transporte

Una vez que una empresa de logística inicia sus operaciones, debe seleccionar la cantidad adecuada de vehículos para el transporte en función de su inventario real y sus capacidades de gestión de inventario. Si hay muy pocos vehículos disponibles, el tiempo de entrega aumenta considerablemente y el paquete del cliente no se puede entregar a tiempo. En este caso, si la capacidad de gestión de inventario de la empresa de logística es insuficiente, se generará un caos en la gestión del almacén y se producirán pérdidas innecesarias. Por lo tanto, puede intentar comprar equipos de entrega no tripulados y entregar al mismo tiempo que la entrega manual, lo que puede aliviar la presión sobre el almacén de la empresa de logística.

2. Planificación razonable de las rutas de distribución

La planificación de rutas tiene un gran impacto en la eficiencia de la logística y la distribución. En lugar de simplemente considerar la distancia más corta de un punto a otro, ha de considerarse el proceso de cada nodo en la distribución. Sobre todo en áreas con una gran concentración de paquetes la gestión de inventario, el transporte, la distribución, el tiempo y los costes de logística deben considerarse integralmente usando la tecnología de gestión de la información para planificar las rutas de distribución, mejorar la utilización de los vehículos y reducir los retrasos en las entregas.

3. Formar a personal capacitado

Debido a la particularidad de las empresas logísticas y la complejidad del proceso de distribución, y cada vez más extendida la aplicación de la inteligencia artificial en la logística de distribución, es necesario hacer hincapié en la formación y utilización de profesionales en el ámbito de la última milla. Solo los técnicos de logística profesionales pueden planificar razonablemente las rutas de distribución, utilizar y mantener instalaciones de distribución de inteligencia artificial. Por un lado, las empresas de logística pueden reclutar talentos con tecnología de logística profesional y competentes en logística y distribución de última milla. Por otro lado, también se pueden establecer cursos de capacitación internos para capacitar a los empleados existentes de la empresa y mejorar la calidad de recursos humanos de la empresa. Todo con el fin de mejorar la

**Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM
y ALIBABA**

calidad de entrega de la última milla, mejorar la reputación de la empresa y mejorar su imagen de marca.

8 Anexo

ANEXO I. Ecuaciones matemáticas citadas en la dinámica de sistemas de la última milla del reparto manual tradicional.

(01) Cambios en el número de empleados=

Diferencias en el número de empleados/Tiempo de ajuste del empleado

Units: ****undefined****

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

(02) Cantidad de bienes entregados= INTEG (

Velocidad de entrega,

0)

Units: **undefined**

(03) Cantidad de entrega= INTEG (

El número de entregas recién agregadas-Velocidad de clasificación,

3292)

Units: diez mil

(04) Coste de contratación Coste de personal=

Número de empleados en el área*Coste unitario del empleado

Units: **undefined**

(05) Costes de mantenimiento de un único punto logístico=

0.05

Units: **undefined**

(06) Coste de adquisición de equipos=

Coste del vehículo de entrega*Vehículos de logística y distribución+Coste de inversión fijo de la red logística

Units: **undefined**

(07) Coste de adquisición de instalaciones por punto de logística=

0.8

Units: diez mil

(08) Coste de inversión fijo de la red logística=

MAX(El número de nuevos puntos logísticos*Coste de adquisición de instalaciones por punto de logística

,0)

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Units: **undefined**

(09) Coste del vehículo de entrega=

0.35

Units: **undefined**

(10) Coste integral acumulativo=

Coste de adquisición de equipos+Coste operacional

Units: **undefined**

(11) Coste operacional= INTEG (

Nuevo coste,

0)

Units: **undefined**

(12) Coste unitario del empleado=

0.15

Units: **undefined**

(13) Costes de inventario=

Costes de mantenimiento de un único punto logístico*Número de puntos de logística

Units: **undefined**

(14) Costes de mantenimiento y operación de las instalaciones de distribución

=

Vehículos de logística y distribución*Cuota de operación y mantenimiento por unidad de tiempo

Units: **undefined**

(15) Cuota de operación y mantenimiento por unidad de tiempo=

0.0173

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Units: **undefined**

(16) Demanda de vehículos de reparto=

Número de empleados en el área/Número de empleados por vehículo

Units: **undefined**

(17) Diferencia en el vehículo de entrega=

MAX(0, Demanda de vehículos de reparto- Vehículos de logística y distribución)

Units: **undefined**

(18) Diferencias en el número de empleados=

Número ideal de empleados- Número de empleados en el área

Units: **undefined**

(19) El número de entregas recién agregadas=

Exprés regional cantidad

Units: **undefined**

(20) El número de nuevos puntos logísticos=

La diferencia en el número de puntos de venta logísticos/ Tiempo de ajuste del número de puntos de venta

Units: **undefined**

(21) El número ideal de puntos de venta=

Cantidad de entrega/ El número medio de paquetes entregados por un único punto de venta exprés

Units: **undefined**

(22) El número medio de paquetes entregados por un único punto de venta exprés

=

0.6

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Units: diez mil

(23) Entrega en tránsito= INTEG (Velocidad de clasificación-Velocidad de entrega, 3292)

Units: **undefined**

(24) Exprés regional cantidad= 3292+29628*PULSE(44, 2)

Units: 万

(25) FINAL TIME = 52

Units: Week

The final time for the simulation.

(26) INITIAL TIME = 0

Units: Week

The initial time for the simulation.

(27) La diferencia en el número de puntos de venta logísticos=

MAX(0, El número ideal de puntos de venta-Número de puntos de logística)

Units: **undefined**

(28) La proporción de personal de clasificación y distribución=

0.9

Units: **undefined**

(29) Nuevo coste=

Costes de inventario+Costes de mantenimiento y operación de las instalaciones de distribución

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

+Coste de contratación Coste de personal

Units: **undefined**

(30) Número de empleados en el área= INTEG (

Cambios en el número de empleados,

12000)

Units: diez mil

(31) Número de empleados por vehículo=

1

Units: **undefined**

(32) Número de furgonetas de reparto recién añadido=

MAX(Diferencia en el vehículo de entrega/Tiempo de ajuste para vehículos de reparto

, 1000)

Units: **undefined**

(33) Número de puntos de logística= INTEG (

El número de nuevos puntos logísticos,

784)

Units: **undefined**

(34) Número ideal de empleados=

MAX(Número ideal de personal de clasificación, Número ideal de repartidores)

Units: **undefined**

(35) Número ideal de personal de clasificación=

Cantidad de entrega/Velocidad de clasificación de los empleados de la unidad

Units: **undefined**

**Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM
y ALIBABA**

(36) Número ideal de repartidores=

Entrega en tránsito/Tasa de entrega de empleados de la unidad

Units: **undefined**

(37) Personal regional de clasificación y distribución=

Número de empleados en el área*La proporción de personal de clasificación y
distribución

Units: **undefined**

(38) SAVEPER =

TIME STEP

Units: Week [0,?]

The frequency with which output is stored.

(39) Tasa de entrega de empleados de la unidad=

0.091

Units: **undefined**

(40) Tiempo de ajuste del empleado=

8

Units: **undefined**

(41) Tiempo de ajuste del número de puntos de venta=

8

Units: **undefined**

(42) Tiempo de ajuste para vehículos de reparto=

8

Units: **undefined**

(43) TIME STEP = 0.125

Units: Week [0,?]

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

The time step for the simulation.

(44) Vehículos de logística y distribución= INTEG (

Número de furgonetas de reparto recién añadido,

12000)

Units: **undefined**

(45) Velocidad de clasificación=

MIN(Cantidad de entrega, DELAY1I(Personal regional de clasificación y distribución

*Velocidad de clasificación de los empleados de la unidad, 0.5, Personal regional de clasificación y distribución

*Velocidad de clasificación de los empleados de la unidad))

Units: **undefined**

(46) Velocidad de clasificación de los empleados de la unidad=

0.091

Units: **undefined**

(47) Velocidad de entrega=

MIN(Velocidad de clasificación, DELAY1(Personal regional de clasificación y distribución

*Tasa de entrega de empleados de la unidad,0.5))

Units: **undefined**

ANEXO II. La dinámica del sistema de última milla de entrega de equipos no tripulados se refiere a las siguientes ecuaciones matemáticas

Cambios en el número de empleados=

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Diferencias en el número de empleados/Tiempo de ajuste del empleado

Units: **undefined**

(02) Cantidad de bienes entregados= INTEG (

Tiempo de entrega,

0)

Units: **undefined**

(03) Cantidad de entrega= INTEG (

Cantidad de envío recién agregada-La velocidad de clasificación de paquetes

,

3292)

Units: 10.000 piezas

(04) Cantidad de envío recién agregada=

Número de paquetes regionales

Units: **undefined**

(05) Coste de adquisición de hardware=

Coste de un solo dispositivo de entrega no tripulado*Instalación de entrega no tripulada

Units: **undefined**

(06) Coste de un solo dispositivo de entrega no tripulado=

5.6

Units: **undefined**

(07) Coste integral acumulativo=

Coste de adquisición de hardware+Coste operacional

Units: **undefined**

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

- (08) Coste operacional= INTEG (
- Nuevo coste agregado,
- 0)
- Units: **undefined**
- (09) Coste unitario del empleado=
- 0.25
- Units: **undefined**
- (10) Costes de contratación Costes de personal=
- "Número de empleados en el área."*Coste unitario del empleado
- Units: **undefined**
- (11) Costes de mantenimiento y operación de las instalaciones de entrega=
- Instalación de entrega no tripulada*Cuota de operación y mantenimiento por
- unidad de tiempo
- Units: **undefined**
- (12) Cuota de operación y mantenimiento por unidad de tiempo=
- 0.011
- Units: **undefined**
- (13) Diferencias en el número de empleados=
- Número ideal de técnicos-"Número de empleados en el área."
- Units: **undefined**
- (14) Diferencias en las instalaciones de logística y distribución=
- MAX(Número ideal de dispositivos-Instalación de entrega no tripulada ,
- 0)

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Units: **undefined**

(15) Dispositivo de entrega no tripulado recientemente agregado=

MIN(Diferencias en las instalaciones de logística y distribución/Horas de ajuste de las instalaciones de entrega no tripuladas
, 1000)

Units: **undefined**

(16) Entrega en tránsito= INTEG (

La velocidad de clasificación de paquetes-Tiempo de entrega,
3292)

Units: **undefined**

(17) FINAL TIME = 52

Units: Week

The final time for the simulation.

(18) Horas de ajuste de las instalaciones de entrega no tripuladas=

8

Units: **undefined**

(19) INITIAL TIME = 0

Units: Week

The initial time for the simulation.

(20) Instalación de entrega no tripulada= INTEG (

Dispositivo de entrega no tripulado recientemente agregado,
90000)

Units: **undefined**

(21) La velocidad de clasificación de mercancías por unidad de equipo no tripulado

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

=

0.035

Units: **undefined**

(22) La velocidad de clasificación de paquetes=

MIN(Cantidad de entrega, DELAY1I(Instalación de entrega no tripulada*La velocidad de clasificación de mercancías por unidad de equipo no tripulado

, 0.5, Instalación de entrega no tripulada*La velocidad de clasificación de mercancías por unidad de equipo no tripulado))

Units: **undefined**

(23) "Los empleados de la unidad controlan el número de instalaciones no tripuladas."

=

10

Units: **undefined**

(24) Nuevo coste agregado=

Costes de mantenimiento y operación de las instalaciones de entrega+Costes de contratación Costes de personal

Units: **undefined**

(25) "Número de empleados en el área."= INTEG (

Cambios en el número de empleados,

12000)

Units: Número de personas

(26) Número de paquetes regionales=

3292+29628*PULSE(44, 2)

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

Units: diez mil

(27) Número ideal de dispositivos=

MAX(Número ideal de instalaciones de clasificación, Número ideal de instalaciones de distribución)

Units: **undefined**

(28) Número ideal de instalaciones de clasificación=

Cantidad de entrega/La velocidad de clasificación de mercancías por unidad de equipo no tripulado

Units: **undefined**

(29) Número ideal de instalaciones de distribución=

Entrega en tránsito/Velocidad de entrega del equipo no tripulado de la unidad

Units: **undefined**

(30) Número ideal de técnicos=

Número ideal de dispositivos/"Los empleados de la unidad controlan el número de instalaciones no tripuladas."

Units: **undefined**

(31) SAVEPER =

TIME STEP

Units: Week [0,?]

The frequency with which output is stored.

(32) Tiempo de ajuste del empleado=

8

Units: **undefined**

(33) Tiempo de entrega=

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

MIN(La velocidad de clasificación de paquetes, DELAY1(Instalación de entrega no tripulada

*Velocidad de entrega del equipo no tripulado de la unidad,0.5))

Units: **undefined**

(34) TIME STEP = 0.125

Units: Week [0,?]

The time step for the simulation.

(35) Velocidad de entrega del equipo no tripulado de la unidad=

0.035

Units: **undefined**

9. Referencias

- Andéol Allard, G. (2021). La cuarta revolución industrial: cuando la inteligencia artificial desafía la dimensión ética de los almacenes logísticos. [Trabajo de fin de grado, Univerisdad Pontificia Comillas]
- Arévalo, D. (2017). Reparto de mercancía a través de drones. [Trabajo de fin de máster].Escolas de Camins
- Alandí, A. (2016). Estudio de la implantación de Internet de las Cosas, en las redes Logísticas de la Cadena de Suministro. [Tesis Universitat Politècnica De València]
- Alibaba se inserta en la cadena de suministro rural de China.* (7 de Septiembre de 2019). Web Picking Logística en Internet. <https://webpicking.com/alibaba-se-inserta-en-la-cadena-de-suministro-rural-de-china/>
- Antun, J. P. (AGOSTO de 2013). BID. Obtenido de <https://publications.iadb.org/handle/11319/5814>
- An, K., Xu, J., Wang, X. (2019). Simulation analysis of dairy cold chain inventory based on system dynamics. School of Management, Guizhou University. Logistics Sci – Tech, 2-4.
- Arranz, A. (30 de 04 de 2015). Elogística. Obtenido de Logística del futuro: aplicaciones con drones: <http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/72212-logistica-del-futuroaplicaciones-drones>
- Bailador Barrios, A. (2021). Actividades y Acciones en la Logística de Última Milla. Propuesta De Especialidad Formativa. [Trabajo de Fin de grado- Facultad de Comercio Universidad de Valladolid]
- Catálogo de logística (2016). *Internet de las Cosas: una revolución en marcha.* <http://www.catalogodelogistica.com/temas/Internet-de-las-Cosas,-una-revolucion-en-marcha+112710?pagina=2>
- Casado, A. (2017). Nuevas tecnologías y su aplicación en la distribución y el e-commerce. *Facultad de economía y empresa.* 22-31.
- Castro, E. (2018). Transporte, Tiempo, Distancia, Entregas: El futuro del dron en México. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de México:

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94296/Articulo%20empastado.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Campuzano, F., Martínez, E., Ros, L. (2010). Cadenas de suministro tradicionales y colaborativas. Análisis de su influencia en la gestión de la variabilidad de la demanda. *Dyna* 85(1), 33-40.

Ceña Arévalo, D. (2017, June 8). Reparto de mercancías a través de drones: estudio y viabilidad (Proyecto Final de Máster Oficial). UPC, Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2117/107148>

CEPAL. (2015). El complejo rompecabezas del transporte urbano de mercancías. Obtenido de CEPAL: www.cepal.org/transporte

Chang Hongyuan. Investigación sobre el coste de entrega de la última milla en la ciudad bajo el entorno de compras en línea [D]. Chongqing: Universidad de Chongqing, 2017. Universidad de Chongqing.

E-commerce inteligencia artificial transformación digital (s.f). *Cómo JD revoluciona el E-commerce de Asia y proyecta su influencia al resto del mundo* (blog). Beetrack. Recuperado de: <https://www.beetrack.com/es/blog/c%C3%B3mo-jd-revoluciona-el-e-commerce-de-asia-y-proyecta-su-influencia-al-resto-del-mundo>. (06 de Julio 2022).

Ester Lastra (11 de Enero 2022). *El gigante chino JD.com busca las cosquillas a Amazon con sus primeras tiendas robotizadas en Europa*. Marketingdirecto.com. <https://www.marketingdirecto.com/anunciantes-general/anunciantes/jd-com-busca-cosquillas-amazon-tiendas-robotizadas>

Del Val, J. (2016). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. En *Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática*. Valencia, España: Informes CODDII

Deloitte. (2020). Logística de última milla retos y soluciones en España. *Deloitte*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/operaciones/Deloitte-es-operaciones-last-mile.pdf>

- Domínguez, A. (2013). Modelización del comportamiento de los comerciantes ante nuevas políticas de reparto urbano de mercancías. Tesis Doctoral. Cantabria, España: Universidad de Cantabria. Obtenido de <https://goo.gl/4Qd76K>
- Estrada, M. A. (2007). Análisis de estrategias eficientes en la logística de distribución de paquetería. Tesis Doctoral. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya. Obtenido de <https://goo.gl/ibzzZi>
- Flores, M, y Ramírez V. (2021). Las nuevas tecnologías en la cadena de suministros. Consejo Nacional de Ejecutivos en Logística y Cadena de Suministro (Conalog)
- García, A. (2014). *El aporte de la IoT en los procesos de logística de las empresas*. Recuperado de <http://reportedigital.com/m2m/aporte-iot-procesos-logisticaempresas/>
- García, E.; García, H. y Cárdenas, L. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. Pearson Prentice Hall.
- Granillo-Macías, R., González-Hernández, I., Simón-Marmolejo, I., y Santana-Robles, F. (2019). *Ingenio y conciencia. Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad de Sahagún*. Publicación semanal, 12. 45-51. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/issue/archive>
- Grupo Valora. (2016). *La última milla, lo que no sabes sobre la logística en e-commerce*. <http://www.grupovalora.es/blog/la-ultima-milla-lo-que-no-sabes-sobre-la-logistica-en-ecommerce/>
- Guzman, w. y. (2020). *Estado del arte de la implementación del dron en las actividades logísticas*. [Monografía]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/33489>
- Harrington, T. S., Srai, J. S., Kumar, M., & Wohlrab, J. (2016). Identifying design criteria for urban system „last-mile“ solutions – a multi-stakeholder perspective. *Production Planning and Control*, 27(6), 456-476.
- Hernández L. (09 de Junio 2022). *Ev/Ebitda*. <https://www.rankia.com/diccionario/bolsa/ev-ebitda>
- Honorato, M. (2016). *El impacto del Internet de las cosas en tu operación logística*. <https://www.beetrack.com/es/blog/el-impacto-del-internet-de-las-cosas-en-tu-operacion-logistica>

**Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM
y ALIBABA**

- Honorato, M. (2016) *Estrategias de distribución – Entregas fallidas*.
<https://www.beetrack.com/es/blog/estrategias-de-distribucion-entregas-fallidas>
- Huertos Carranzas, E. (2019). Logística 4.0: importancia en el proceso logístico de distribución de última milla [tesis de pregrado]. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia]
- Howard, F. (2021, 29 septiembre). Cómo la logística contribuye al enorme éxito de Alibaba. Recuperado de <https://blog.driv.in/es/como-la-logistica-contribuye-al-enorme-exito-de-alibaba/>
- Izzah, N., Rifai, D., & Yao, L. (2016). Relationship-Courier Partner Logistics and E-Commerce Enterprises in Malaysia: A Review. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(9).
- Jd.com vs Alibaba: ¿Quién será el rey? (13 de Junio 2021). Noticias de Bitcoin Ethereum. <https://es.bitcoinethereumnews.com/economy/jd-com-vs-alibaba-who-will-be-king/>
- Kelton, W.D.; Sadowski, R.; Sturrock, D. (2008). *Simulación con software Arena*. México: Mc Graw-Hill Interamericana.
- KeWang (16 de abril 2021). Las Estrategias Logísticas de Alibaba. Logística de aprovisionamiento y distribución <https://logisticamuialpcsupv.wordpress.com/2021/04/16/las-estrategias-logisticas-de-alibaba/>
- Li, Y., Díaz, M., Morantes, S., y Dorati, Y. (2018). Vehículos autónomos: innovación en la logística urbana. *RIC*. 4 (1). 34-35. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.1.1864>
- Lowe, R., & Rigby, M. (2014). *The last mile exploring the online purchasing and delivery journey*. UK: Barclays.
- Lopez B. (2007) Introducción a La Inteligencia Artificial. C.P. 88250, Nuevo Laredo, Tamps. México. <http://www.itnuevolaredo.edu.mx/takeyas>
- Mangiaracina, R., Perego, A., Seghezzi, A., & Tumino, A. (2019). Innovative solutions to increase last-mile delivery efficiency in B2C e-commerce: a literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49, 901-920.
- Maubert, I. (2020). Automatización y robótica en almacenes: tendencias y proveedores en México. *THE LOGISTICS WORLD* / *Conéctate e*

inspírate. <https://thelogisticsworld.com/innovacion/automatizacion-y-robotica-en-almacenes-tendencias-y-proveedores-en-mexico/>

Martínez Linares, F. (02 de febrero de 2019). Así usa China la inteligencia artificial para controlar a sus ciudadanos. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20190202/46161322564/china-inteligencia-artificial-ciudadanos.html>

Malhotra, A. (22 de febrero del 2021). ¿Cómo aprovecha Amazon la entrega de última milla para su logística?. JungleWork. <https://jungleworks.com/es/c%C3%B3mo-amazon-aprovecha-la-entrega-de-%C3%BAltima-milla-para-su-log%C3%ADstica/>

Moreno, E. (2001). *Automatización de procesos industriales*. Alfaomega.

Nieto A. (2022). Alibaba en español: cómo comprar en Alibaba. *Blog de Ana Nieto*. <https://www.webempresa20.com/blog/alibaba-en-espanol.html>

Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica pedagógica. *Revista Informática Educativa y Medios Audiovisuales*. 1 (3) 34-46.

Parrado, M., Rodríguez, M. y Piñeiro, L. (2021). Memorias: Nuevos retos de los Negocios Internacionales: Una visión desde la cooperación y la sostenibilidad. Red Académica de Comercio y Negocios Internacionales. EAN Ediciones.

Pérez, J. (2019). Impacto de las tecnologías disruptivas en la percepción remota: big data, internet de las cosas e inteligencia artificial. *Revista UD y laGeomática*, (14).

Pérez Uriel, J., Fraile M. J., y Perán G., J. (2002). Aplicaciones de la robótica: últimas tendencias y nuevas perspectivas. *Dyna*. 77 (33). 61-68.

Pérez, J., y Jaramillo, S. (2016). El impacto del internet de las cosas en la logística. *Mercatec* 33. 49-70.

Perasso, V. (12 de octubre, 2016). Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos). <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834>

Riquelme, B. (2018). La Logística 4.0. *Revista de Marina*, (964), 39-44.

Rozo, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177-192. DOI: <https://doi-org.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/10.18273/revuin.v19n2-2020019>

Robusté, J. Magín, M., Estrada y Galván, D. (2003). Las nuevas tecnologías de la información y la distribución urbana de mercancías. *Transporte urbano*. 51-62.

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

- Rochoa (01 de Septiembre de 2021). Alibaba explora el uso de robots para la entrega de última milla. Cadena de Suministro. <https://www.cadenadesuministro.es/noticias/alibaba-explora-el-uso-de-robots-para-las-entregas-de-ultima-milla/>
- Roig, V. (2018). Logística y cadena de suministro en la nueva era digital. *OIKONOMICS*, 7-10.
- Rodríguez, J., & Dablanc, L. (2011). City Logistics. Obtenido de <https://goo.gl/wnLbxR>
- Rodríguez, P. (2021). Qué es JD.COM y por qué se está beneficiando de la presión de China a las tecnologías: así es el rival de Alibaba que sí gusta al gobierno. <https://www.xataka.com/empresas-y-economia/que-jd-com-que-se-esta-beneficiando-presion-china-a-tecnologicas-que-gusta-a-su-gobierno>
- Sánchez Bravo, Á. (2020) Marco Europeo para una inteligencia artificial basada en las personas.-International. *Journal of Digital Law, Belo Horizonte*, 1 (1). 65-78. https://www.researchgate.net/publication/346873128_Marco_Europeo_para_una_inteligencia_artificial_basada_en_las_personas_European_framework_for_people-based_artificial_intelligence
- Segura, V., Fuster, A., & Antolín, F. (2020). Logística de última milla: Retos y soluciones en España.
- Sepúlveda J. (26 de Junio de 2017). *Alibaba, el otro gigante que persigue su propio dron*. Dronica. <https://www.dronica.es/blog-de-escaneo-3d/alibaba-persigue-drone/>
- Sokalski, M., Klous, S., y Chandrasekaran, S. (2020). ¿Cómo controlar la inteligencia artificial? El imperativo de la transparencia y la claridad. KPMG. <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ar/pdf/2020/como-controlar-la-inteligencia-artificial.pdf>
- Vakulenko, Y., Shams, P., Hellström, D., & Hjort, K. (2019). Online retail experience and customer satisfaction: the mediating role of last mile delivery. *International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 29, 306-320.
- Vila Bara, F. (2021, May 24). Estudio de un dron dedicado al servicio de mensajería (Projecte Final de Màster Oficial). UPC, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria

Uso de los vehículos autónomos para las entregas de última milla. Casos de Estudios: JD.COM y ALIBABA

- Industrial de Barcelona, Departament d'Enginyeria Gràfica i de Disseny. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2117/346214>
- Wrighton, S., & Reiter, K. (2016). CycleLogistics – Moving Europe Forward. *Transportation Research Procedia*, 12, 950-958.
- D. (2020, 24 abril). *El futuro de los Drones para la entrega de paquetería*. DronesWeLove. <https://www.droneswelove.es/el-futuro-de-los-drones-para-la-entrega-de-paqueteria/>
- Infodron.es. (2021, 1 octubre). *Aerodyne lidera el ranking mundial en servicios de teledetección con drones y Zipline el de entregas*. Infodron. <https://www.infodron.es/texto-diario/mostrar/3528571/aerodyne-lidera-ranking-mundial-servicios-teledeteccion-drones-zipline-entregas>
- Martinez, R. (2022, 2 febrero). *Inicio*. Retina. <https://retinatendencias.com/>
- Ortega, O. (2021, 12 septiembre). *Company | Zipline - Instant Logistics*. Instant Logistics. <https://www.flyzipline.com/company>
- Ortiz, D. (2020, 24 abril). *El futuro de los Drones para la entrega de paquetería*. DronesWeLove. <https://www.droneswelove.es/el-futuro-de-los-drones-para-la-entrega-de-paqueteria/>
- Wikipedia contributors. (2022, 15 julio). *Amazon Prime Air*. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_Prime_Air
- <https://www.accenture.com/es-es/insight-ai-industry-growth>
- Alibaba se inserta en cadena de suministro rural en China (7 de Septiembre 2017) <https://webpicking.com/alibaba-se-inserta-en-la-cadena-de-suministro-rural-de-china/>
- Marmolejo, I., Granillo M., R. y Santana R., F. (s.f) Etapas de un modelos de simulación y la modelación con FlexSim. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/article/view/1358/4640>
- Ortega, O. (2021 年 9 月 12 日)。公司 | Zipline- 即时物流。即时物流。 <https://www.flyzipline.com/company>
- Ortega, R. (2020, 14 diciembre). [INFOGRAFÍA] *Lo que nadie dice respecto a la logística de última milla*. Logística de ultima milla. <https://www.beetrack.com/es/blog/logistica-de-ultima-milla>

Ortiz, D. (24 de abril de 2020). El futuro de los drones de entrega de paquetes

<https://www.droneswelove.es/el-futuro-de-los-drones-para-la-entrega-de-paqueteria/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_Prime_Air

Yang Shijuan, Zhou Yanrong, Gu Shuhong. Investigación sobre el modo de entrega urgente en campus universitarios en la era de "Internet +" [J]. Tecnología logística, 2017, 40(02):89-92.

Zhi Qianye. Investigación sobre el mecanismo de programación de equipos no tripulados en logística y distribución [D]. Chengdu: Universidad de Ciencia y Tecnología Electrónica de China, 2015.