

Universitat Oberta de Catalunya

# OIKONOMICS

Revista de economía, empresa y sociedad

**N.º 9, mayo de 2018**



## ÍNDICE

### **N.º 9, mayo de 2018**

#### **Editorial**

Logística y cadena de suministro en la nueva era digital

*Marta Viu Roig* . . . . . 7-10

#### **Dossier: «Logística y cadena de suministro en la nueva era digital» coordinado por Marta Viu**

La logística del mañana: retos y oportunidades en la era digital

*Eduard J. Álvarez-Palau y Marta Viu Roig* . . . . . 13-27

La logística como fuente de valor añadido al eCommerce

*Xavier Budet Jofra y Alexis Pérez* . . . . . 28-40

Innovaciones tecnológicas en la cadena de suministro aplicadas  
al eCommerce

*Xavier Budet Jofra y Alexis Pérez* . . . . . 41-57

Fabricación aditiva y transformación logística: la impresión 3D

*José López Parada* . . . . . 58-69

Outsourcing de las actividades logísticas. ¿Cómo generamos valor  
añadido?

*Oriol Closa Noguera* . . . . . 70-81

Las personas y la cadena de suministro

*Milena Gómez-Cedeño, Laura Guitart-Tarrés, Shantall Morantes Guerra y*

*Yohana Li Zeng* . . . . . 82-93

Ancho ferroviario y logística 4.0 en el Corredor Mediterráneo

*Domingo Pérez Mira* . . . . . 94-102



## Dirección logística

Es una titulación oficial que capacita a los futuros profesionales de la logística para afrontar los retos del sector en un entorno altamente globalizado y en plena transformación digital. Con una aproximación interdisciplinaria, proporciona conocimientos sólidos en logística y cadena de suministro y una orientación basada en la toma de decisiones del ámbito logístico en función de las necesidades estratégicas de la organización.

### Elementos centrales

El objetivo de la titulación es ofrecer una respuesta a unas necesidades emergentes de la sociedad, dado que la logística es considerada un motor económico y ha sido seleccionada como uno de los cinco sectores que liderarán la creación de empleo en el periodo 2020-2025. Este máster permite alcanzar las competencias necesarias para convertirse en un profesional o un investigador en el ámbito de la logística y la cadena de suministro en general, y en aspectos más concretos, como son la logística para el *e-commerce*, el desarrollo y la aplicación de los avances tecnológicos en el ámbito logístico o el papel de los operadores logísticos en la cadena de suministro, en particular.

El propósito de este máster de Dirección logística consiste en sentar las bases del conocimiento en logística de los futuros directivos del ámbito, garantizando sus competencias en las diferentes áreas de la cadena de suministro: compras, producción, distribución, transporte, almacenamiento, gestión de residuos, etc., al tiempo que se refuerzan las competencias directivas e interpersonales de los estudiantes.

### Salidas profesionales

- Responsable de *supply chain* y/o logística
- Director de compras y aprovisionamientos
- Responsable de tráfico (*traffic manager*)
- Jefe de operaciones de *e-commerce*
- Gestor de la logística internacional
- Asesor en estrategia logística, cadena de suministro y *e-commerce*

## Administración y dirección de empresas

El grado de Administración y dirección de empresas (ADE) de la UOC está diseñado para formar profesionales capaces de desarrollar tanto funciones de dirección y gestión de cualquier institución pública o privada, así como de iniciar su propio negocio.

### Ámbitos de especialización

El grado de ADE ofrece la posibilidad de profundizar en alguno de los ámbitos siguientes y titularse con una mención específica.

- Conocimiento profundo de contabilidad, finanzas y fiscalidad. **Mención en contabilidad y fiscalidad.**
- Dominio de la gestión de la globalización de los mercados y las empresas. **Mención en empresa y mercados globales.**
- Innovación empresarial. **Mención en innovación y cambio organizativo.**

### Salidas profesionales

Las principales salidas profesionales del grado de ADE de la UOC tienen que ver con:

- **Contabilidad y auditoría:** técnico contable, *controller*, auditor externo, responsable de contabilidad.
- **Gestión fiscal:** técnico de consultoría y gestoría fiscal, asesor fiscal.
- **Finanzas:** analista financiero, responsable de tesorería, director financiero.
- **Operaciones y logística:** jefe de producción, responsable de logística, responsable de aprovisionamiento, responsable de distribución, director de operaciones y logística.
- **Recursos humanos:** técnico de recursos humanos, director de recursos humanos.
- **Dirección estratégica:** *staff* de la dirección estratégica, responsable de planificación estratégica, adjunto de dirección.
- **Empresa y mercados globales:** responsable de internacionalización, analista de mercados globales.
- **Marketing e investigación de mercados:** responsable de la gestión del área de marketing, responsable comercial, responsable de comunicación de marketing, director de marketing.
- **Iniciativa emprendedora:** emprendedor, asesor/consultor de creación de empresas.
- **Gestión de la innovación:** gestor de innovación, asesor/consultor de innovación.
- **Análisis económico:** analista económico, personal técnico en servicios de estudios de entidades públicas y privadas.

Toda la información en: <http://estudios.uoc.edu/es/grados/administracion-direccion-empresas/presentacion>

---

# OIKONOMICS

Revista de economía, empresa y sociedad

MIRANDO HACIA EL FUTURO

## Logística y cadena de suministro en la nueva era digital

**Marta Viu Roig**

Directora del máster de Dirección de operaciones y logística integral (UOC)

La conectividad ya no es un lujo y se ha convertido en una necesidad principalmente para las empresas. La creciente aceleración del ritmo de los cambios tecnológicos hace que la forma en que los datos se crean, se transportan, se analizan y las consecuentes acciones que generan supongan tanto una oportunidad como una amenaza para dichas empresas y para el conjunto de la sociedad.

Mirando hacia el futuro, ya no podemos limitar el enfoque empresarial a una simple evolución del negocio y la tecnología, sino que nos debemos adaptar a una revolución en la forma de ver las cosas. En el campo logístico, las empresas no solo deben hacer las cosas mejor, sino también de forma distinta para seguir compitiendo en mercados cada día más complicados y exigentes. Las empresas tienen que conectar su cadena de suministro más allá de sus actuales límites operativos si desean mantenerse competitivas en una nueva era digital, que supera la previa basada en las tecnologías e internet no interactivos. Aspectos como una función logística cada vez más autónoma (vehículos sin conductor, drones o robots), el acercamiento de la producción al cliente con la impresión 3D, el internet de las cosas (IoT, sensores que conectan los objetos físicos con internet), la realidad aumentada (por ejemplo, mediante el uso de las *smartglasses* en actividades de *picking*), la gran cantidad de datos generados por el *big data* o el *blockchain*, la revolución de la logística de distribución a raíz del fenómeno de Amazon hacia la entrega de cualquier producto en cualquier momento y en cualquier lugar, la omnicanalidad y la necesidad de combinar servicios individualizados cada vez más rápidos con una cadena de suministro más justa, más responsable y sostenible (logística colaborativa, intermodalidad, economía circular...) son solamente algunos de los retos y



tendencias que impactarán o incluso revolucionarán la industria logística en esta nueva era digital.

Como resultado de este proceso de transformación digital de la economía, el sector logístico se ha convertido en un motor económico y generador de ocupación, especialmente, por los rápidos avances del comercio electrónico (*eCommerce*). Según el informe *Futuro del Trabajo en España* (Adecco, 2016), el sector logístico será uno de los sectores que liderará la creación de empleo en el período 2020-2025. En la misma línea, el informe *Ocupaciones más demandadas al sector de la logística* (Barcelona Activa, 2015), muestra que el sector logístico siguió ganando importancia en la economía española. Respecto al año anterior, el volumen de negocio en el sector logístico se incrementó un 4,5 % durante el primer semestre de 2015. En relación con la ocupación, el sector ocupó 874.400 personas durante el tercer trimestre del año 2015 (un 1,4 % más que en 2014).

Por todo lo anterior, podemos afirmar que el futuro del sector logístico pasa por tres ejes clave que se analizan en este dossier: el desarrollo de infraestructuras competitivas y sostenibles; la innovación en tecnología y su aplicación a los distintos procesos logísticos; y la formación de profesionales con una visión integral de la logística y de la cadena de suministro que, al mismo tiempo, estén preparados para las nuevas tendencias detectadas en el sector.

Abre el monográfico el artículo «La logística del mañana: retos y oportunidades en la era digital». Eduard Álvarez y Marta Viu analizan los principales desafíos del sector logístico en la nueva era digital y se centran en la respuesta que la industria, las instituciones públicas y la comunidad educativa plantean para afrontar dichos retos en Europa.

Xavier Budet y Alexis Pérez, en los dos siguientes artículos, «La logística como fuente de valor añadido en el *eCommerce*» e «Innovaciones tecnológicas en la cadena de suministro aplicadas al *eCommerce*», nos presentan cómo la aparición de Amazon ha sacudido fuertemente el escenario competitivo obligando a fabricantes y distribuidores a dar una respuesta que satisfaga las nuevas expectativas de los compradores e iniciando una exigente carrera para dominar la cadena de valor y la experiencia del cliente final; asimismo, presentan un conjunto de tecnologías que están adquiriendo cada vez más relevancia en la cadena de suministro y cuál será su recorrido en los próximos años en función de los requerimientos del canal del *eCommerce*.

Siguiendo en el marco de la innovación tecnológica aplicada a la logística, José López Parada profundiza en el caso de la impresión 3D y en cómo esta puede representar un nuevo paradigma de producción, reduciendo la complejidad actual en los procesos de fabricación convencionales, en su artículo «Fabricación aditiva y transformación logística: evolución e impacto de la impresión 3D».



Desde una óptica de innovación en procesos, Oriol Closa, en su artículo «*Outsourcing* de las actividades logísticas. ¿Cómo creamos valor añadido?», nos habla de las actividades logísticas que pueden ser externalizadas, los motivos de dicha externalización y los tipos de proveedores de servicios logísticos a utilizar si queremos realizar este proceso con éxito.

Milena Gómez y Laura Guitart *et al.*, en «Las personas y la cadena de suministro», demuestran la importancia del estudio de los recursos humanos en la cadena de suministro, realizando un análisis en profundidad de las investigaciones, en estos dos campos en los últimos diecinueve años, que permite identificar y visibilizar sus potencialidades y sus carencias.

Concluye el monográfico Domingo Pérez, con el artículo «Ancho ferroviario y logística 4.0 en el corredor del Mediterráneo», en el que se ve cómo la convergencia de la tecnología ferroviaria de ejes de ancho variable para el transporte de mercancías con la logística 4.0, en los procesos de SCM (*supply chain management*), permitirá incrementar la productividad y la competitividad empresarial a escala internacional.

Con todo ello, este monográfico pretende integrar conceptos como innovación en tecnología, procesos, infraestructuras y recursos humanos, proporcionando distintas perspectivas de los retos y las oportunidades a los que se enfrentan los profesionales de la dirección logística y de la cadena de suministro en la nueva era digital.



**Marta Viu Roig**  
**Directora del máster de Dirección de operaciones y logística integral (UOC)**  
**mviu@uoc.edu**

Doctora en Empresa por la Universidad de Barcelona. Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Barcelona. Directora académica del máster propio de Logística integral y dirección de operaciones. Codirectora del *executive master* en Dirección de operaciones, logística & SCM (EADA-UOC). Es miembro del grupo de investigación MeL, y su investigación se centra en los ámbitos de la logística y del *eLearning*.

Los textos publicados en esta revista están sujetas –salvo que se indique el contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozcáis los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.ca>.



# OIKONOMICS

Revista de economía, empresa y sociedad

**Dossier: «Logística y cadena  
de suministro en la nueva era digital»  
coordinado por Marta Viu**

# DOSSIER OIKONOMICS

N.º 1, mayo 2014

## «*E-learning* en la economía y la empresa»

coordinado por Josep-Maria Batalla-Busquets

N.º 2, noviembre 2014

## «Redes sociales, economía y empresa»

coordinado por Oriol Miralbell I zard

N.º 3, mayo 2015

## «Realidades y desafíos de la Unión Europea»

coordinado por Albert Puig Gómez

N.º 4, noviembre 2015

## «Prevención de riesgos laborales: tendencias en tiempo de crisis»

coordinado por Xavier Baraza Sánchez y Mar Sabadell i Bosch

N.º 5, mayo 2016

## «Repensando la enseñanza de la economía en la universidad»

coordinado por Carolina Hintzmann

N.º 6, noviembre de 2016

## «Economía social y solidaria: experiencias y retos»

coordinado por August Corrons

N.º 7, mayo de 2017

## «Claves para entender el turismo de hoy»

coordinado por Francesc González y Soledad Morales

N.º 8, noviembre de 2017

## «Dirigir personas para transformar las organizaciones en tiempos de incertidumbre»

coordinado por Pilar Ficapal-Cusí

# OIKONOMICS

Revista de economía, empresa y sociedad

UN CONTEXTO CAMBIANTE

## La logística del mañana: retos y oportunidades en la era digital

**Eduard J. Álvarez-Palau**

Profesor de los Estudios de Economía y Empresa (UOC)

**Marta Viu Roig**

Directora del máster de Dirección de operaciones y logística integral (UOC)

**RESUMEN** En una sociedad global e interconectada, el sector logístico es especialmente relevante para entender el funcionamiento de la economía moderna. Los países europeos, gracias a su elevado nivel de desarrollo, disponen de una posición privilegiada que les permite afrontar el futuro con garantías. La industria es competitiva y tiene claros sus desafíos estratégicos. Innovación, infraestructuras, digitalización, creación de redes e integración de las cadenas de suministro son aspectos clave a tener presentes. El papel de las instituciones públicas resulta también decisivo, puesto que deben no solo acompañar sino potenciar las iniciativas del sector privado para asegurar su competitividad global. Todo ello debe entenderse, además, en un contexto fuertemente cambiante y donde las competencias de los profesionales logísticos marcarán, sin lugar a dudas, los éxitos del mañana.

**PALABRAS CLAVE** logística; digitalización; industria; políticas públicas; capacitación profesional

## *The logistics of tomorrow: challenges and opportunities in the digital age*

**ABSTRACT** *In a global and interconnected society, the logistic sector is especially keen to understand the performance of the modern economy. Thanks to their higher level of development, European countries have a privileged position that allows them to face the future with guarantees. Their industry is competitive and its strategic challenges are clear. Supply chain innovation, infrastructure, digitization, networking and integration are key aspects to keep in mind. Public institutions also play a decisive role. They must not only support but also enhance private sector initiatives that may help to ensure global competitiveness. All this also has to be understood in an unstable and volatile context, in which the competences of professionals in the field will undoubtedly be a decisive factor in success in the future.*

**KEYWORDS** *logistics; digitization; industry; public policies; professional competences*

### Introducción

Las principales instituciones mundiales han puesto la logística en el centro de miras. El Banco Mundial, por ejemplo, inició en 2007 la creación del Índice de Eficiencia Logística para comparar el desempeño de 160 países de forma bienal en términos de comercio mundial. El índice se determina mediante una encuesta a operadores logísticos que abarca seis componentes: eficiencia de aduanas y gestión de fronteras, calidad del comercio e infraestructuras de transporte, la facilidad de negociar precios de envío competitivos, la competencia y calidad de los servicios logísticos, la posibilidad de rastrear los envíos, y la puntualidad de los mismos.

Los resultados más recientes diferencian claramente las economías desarrolladas de aquellas en vías de desarrollo. En un *ranking* liderado por Alemania, España ocupa el vigésimo tercer lugar, mostrando buenos resultados en trazabilidad y puntualidad, pero mediocres en aduanas y arreglo de precios de envío competitivos (Arvis *et al.*, 2016). Más allá de la posición específica en la clasificación, lo que realmente interesa del informe es la identificación de los retos del sector para los próximos años. Las reformas a implementar, la evolución del mercado y la transición hacia un modelo más sostenible son los principales desafíos. Sin embargo, la respuesta a cada desafío estará fuertemente influenciada por el contexto nacional,

y su nivel de complejidad dependerá de las casuísticas específicas y de los recursos disponibles para hacerles frente.

Desde la óptica del mercado, el informe indica problemas de exceso de capacidad ofertada en diferentes segmentos de mercado, lo que ha incrementado la competitividad y ha puesto presión en la industria para incrementar su eficiencia o reducir los costes de explotación. En paralelo, se constata una fuerte especialización del sector, magnificando las diferencias entre grandes multinacionales, medianas y pequeñas empresas. Las multinacionales son capaces de integrar todas las partes del proceso logístico, mientras que el resto deben asociarse mediante redes colaborativas para garantizar servicios similares y competir al mismo nivel. La competencia entre modos de transporte, la emergencia de nuevos mercados y la necesidad de adaptarse a las nuevas tecnologías aparecen también como factores clave a mejorar.

Mención aparte requiere la capacitación de los profesionales y su formación en competencias. Las actividades logísticas son intensivas en mano de obra, de modo que sus habilidades son fundamentales. El informe propone la distinción entre cuatro categorías de personal: operarios, administrativos, encargados y directores logísticos. En todas las categorías se detecta una importante escasez de personal cualificado, con importantes diferencias geográficas y socioeconómicas. Se alerta, además, de notables dificultades para contratar y retener a los buenos profesionales, de la falta de idoneidad de la educación recibida y del bajo presupuesto dedicado a formación por parte de las compañías afectadas.

La gestión de los impactos y la sostenibilidad logística ponen el foco en dos aspectos: logística verde e integración de la logística en el ordenamiento territorial. La logística verde nace como respuesta al problema del calentamiento global del planeta y la emisión de gases de efecto invernadero. El sector logístico es responsable del 42 % de las emisiones del sector transporte y del 7 % del total, con tendencia al alza. Siguiendo las directrices del Acuerdo de París, la necesidad de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> es manifiesta y determinadas organizaciones no gubernamentales han iniciado campañas para exigir políticas de cero emisiones en 2050. En el ámbito territorial, el informe pone el acento en la necesidad de mejorar las políticas regionales para reducir impactos y externalidades del sector. De este modo se recomienda una mayor integración de las infraestructuras de transporte, almacenaje y distribución, buscando un menor impacto en el territorio y las ciudades a abastecer.

Con todo, el presente artículo analiza los principales desafíos logísticos y se centra en la respuesta que industria, instituciones públicas y comunidad educativa plantean para afrontar dichos retos en Europa. La estructura del artículo se divide en cuatro partes que preceden esta introducción. En la sección siguiente se describen las directrices estratégicas marcadas por la industria. A continuación, se



analizan las políticas públicas definidas por la Comisión Europea por su relevancia e impacto entre los diferentes Estados miembros. En tercer lugar, se reflexiona sobre las necesidades formativas de los futuros profesionales de forma acorde a las tendencias y estratégicas del sector. Para finalizar, se sintetizan las ideas y conclusiones más relevantes.

## 1. Estrategias de la industria y los operadores logísticos

Si la comparativa transnacional de tendencias resulta compleja *per se*, el análisis del sistema empresarial añade un nivel de dificultad adicional. La mayor parte de las compañías operan en un entorno altamente fragmentado y evolucionan día a día para adaptarse a una demanda cambiante para mejorar su cuota de mercado, afectando todo ello a sus operaciones logísticas. Esta circunstancia hace inviable una aproximación *bottom-up* al fenómeno, lo que nos obliga a tomar un enfoque inverso. En la presente sección se desgranar, pues, las líneas estratégicas fijadas por la principal plataforma tecnológica europea centrada en logística, ETP-ALICE,<sup>1</sup> y se contextualizan sobre la base de ejemplos concretos de empresas líderes de diferentes sectores.

---

1. Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe (ver figura 1, donde se muestran las principales organizaciones que la componen).



**Tabla 1. Hoja de ruta de la industria europea hacia el *pyshical internet***

Estrategias	Logística urbana	Redes globales de suministro colaborativas y coordinadas	Corredores, centros intermodales y sincromodalidad	Cadenas de suministro seguras, fiables y sostenibles	Sistemas de información para la interconexión logística
<b>Objetivo 2020</b>	Definición y análisis de nuevas oportunidades y modelos de negocio	Colaboración horizontal	Creación de <i>hubs</i> e integración de redes	Orientación confluyente de objetivos económicos, sociales, ambientales y fiabilidad	Interoperabilidad entre redes aplicada a la logística
<b>Objetivo 2030</b>	Sistemas de distribución automáticos y eficientes	Integración de producción y logística	Diseño innovador de la cadena de suministro e integración de servicios	Toma de decisión integral en cadenas de suministro de principio a fin	Visibilidad completa de la cadena de suministro
<b>Objetivo 2040</b>	Logística urbana sostenible e integral	Redes de aprovisionamiento abiertas	Servicios sincromodales puerta a puerta	Cadenas de suministro fiables para una economía circular	Redes logísticas abiertas y completamente operativas
<b>Objetivo 2050</b>	<b>PHYSICAL INTERNET</b>				

Fuente: elaboración propia sobre la base de ETP-ALICE roadmap (<http://www.etp-logistics.eu/>).

### 1.1. Logística urbana

El alcance de la logística urbana comprende todos aquellos procesos involucrados en las operaciones diarias que se requieren para el correcto funcionamiento de la economía urbana. Dichos procesos incluyen desde el suministro de productos, los servicios de distribución y almacenaje, el transporte, los servicios de mantenimiento de productos, la movilidad por compras, la logística inversa, hasta la gestión de los desechos.

Para dar respuesta a dichas etapas se definen cinco grandes retos:

- Identificar y valorar oportunidades de transporte urbano de mercancías.
- Evolución hacia un sistema de transporte urbano de mercancías más eficientemente integrado y gestionado.

- Modelos de negocio y servicios de innovación.
- Seguridad y fiabilidad en el transporte urbano de mercancías.
- Vehículos más eficientes y limpios.

Un claro ejemplo de estrategia empresarial en esta línea puede verse en el caso de Mercadona.<sup>2</sup> La cadena de supermercados está introduciendo vehículos dotados de motores más eficientes, al mismo tiempo que optimizan la relación carga/capacidad al máximo. La introducción de un sistema de paletización paramétrica para optimizar el volumen de la carga es crucial en este sentido. El uso de celulosas compactadas disminuye la necesidad de espacio de transporte y almacenaje, a la vez que reduce los residuos de envase. En 2013 se han ahorrado 140 toneladas de plástico y 2.189 de cartón, lo que supone una reducción del coste de aproximadamente 650.000 euros y 850 toneladas de CO<sub>2</sub>. El diseño de botellas de aceite cuadradas contribuye también a dicha causa, permitiendo incrementar un 16 % las unidades transportadas en cada palé y reduciendo las emisiones en 122 toneladas de CO<sub>2</sub>.

## 1.2. Redes globales de suministro colaborativas y coordinadas

El diseño de redes coordinadas y colaborativas abarca la planificación estratégica *ex ante*, a la vez que la implementación y ejecución táctica de operaciones. La creación de dichas redes genera nuevos retos para la gestión empresarial, añadiendo complejidad a los procesos de decisión que se convierten en multi-criterio, multi-agente y en tiempo real. Todo ello requiere, además, la puesta en marcha de nuevas herramientas y sistemas de trabajo automatizados que aseguren no solo un funcionamiento adecuado, sino también otros aspectos como la compartición de datos, la resiliencia de la infraestructura o la seguridad de los sistemas elegidos frente a potenciales ataques externos. Ante dicho escenario de cambio, es evidente que los modelos de negocio evolucionarán, e incluso pueden emerger nuevas iniciativas que permitan incorporar valor añadido al ecosistema empresarial actual.

En esta línea, se definen cuatro grandes retos a afrontar próximamente:

- Diseño de redes de suministro colaborativas.
- Coordinación de redes de suministro.
- Integración de producción y logística.
- Impulsores y facilitadores del cambio.

---

2. Para más información sobre los ejemplos utilizados en esta sección véase: [www.laboratorioecoinnovacion.com](http://www.laboratorioecoinnovacion.com).

Para ejemplificar dicha estrategia, sirve la colaboración establecida entre DHL Supply Chain y el grupo tecnológico japonés Fujitsu a la hora de optimizar las rutas de transporte, incrementar la capacidad de carga, reciclar los envases vacíos y mejorar tecnológicamente los vehículos. Más allá del propio ahorro de costes, la multinacional japonesa redujo considerablemente su huella ecológica, reduciendo el impacto ambiental de sus operaciones logísticas. Fuentes de la compañía estiman que la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> podría llegar hasta el 50 %, lo que les ha permitido recibir el Green Logistics Award por parte de las autoridades niponas.

### 1.3. Corredores, centros intermodales y sincromodalidad

Desde la adopción, por parte de la Comisión Europea, de los primeros planes de redes transeuropeas en la década de los años noventa, los avances en materia infraestructural y de gestión de fronteras han sido notables. No obstante, atendiendo al alcance del actual programa TEN-T de la institución comunitaria, se denota todavía mucho trabajo por delante. Según ALICE, la integración de redes se ha centrado en la interconectividad e interoperabilidad, pero falta todavía mucho trabajo en la alineación entre corredores de transporte y centros de transferencia intermodales (*hubs*) para mercancías. Es por ello que se establecen objetivos ambiciosos para conseguir una red sincronizada, inteligente y sin disfunciones internas que permita la circulación de servicios co-modales de transporte por todo el continente.

Los principales retos planteados en este sentido son:

- Integración de servicios de transporte y cadenas de suministro.
- Integración de servicios de transporte e infraestructuras.

El puerto de Róterdam representaría, en este sentido, un ejemplo pionero de *hub* sincromodal. Desde 2013 funciona la torre de control *Ways*, donde se gestiona la intermodalidad del transporte de contenedores refrigerados en tiempo real en función de las circunstancias de cada momento. En franjas horarias punta, por ejemplo, el ferrocarril metropolitano permite sortear los impedimentos del tráfico urbano, ofreciendo incluso costes más competitivos. Se minimiza así el tiempo de almacenamiento en puerto, a la vez que se optimizan los recursos disponibles. Al mismo tiempo, se puede también priorizar determinadas cargas en detrimento de otras cuya recepción sea menos urgente, o incluso mejor para no saturar almacenes. Por otro lado, es obvio que los proveedores de servicios logísticos deben ceder parte de sus atribuciones y colaborar en confianza con el nuevo operador, creando redes coordinadas de transporte.

## 1.4. Cadenas de suministro fiables, seguras y sostenibles

Una visión holística de la cadena de suministro requiere de un incremento de fiabilidad, seguridad y sostenibilidad sin un sobrecoste económico excesivo, lo que acaba implicando reducir el volumen total transportado. Procesos de desmaterialización, impresión 3D, posposición del ensamblaje de productos acabados o aprovisionamientos de proximidad pueden ayudar a alcanzar dicho objetivo, aunque su implementación puede requerir cambios de paradigma dentro del sector logístico y de la sociedad en general.

Los principales retos que se plantean para conseguir cadenas de suministro modernas son:

- Definición de una hoja de ruta para la sostenibilidad de la cadena de suministro.
- Diseño de una hoja de ruta para la seguridad de la cadena de suministro.

En términos de sostenibilidad, por ejemplo, puede servir el caso de DHL, que ofrece a sus clientes informes sobre consumo de combustibles y emisiones de dióxido de carbono a lo largo de cada etapa del proceso logístico y productivo. Mapas de emisiones causadas por el transporte, estimaciones del ciclo de vida de los productos utilizados o cálculos de la cantidad de energía consumida son ejemplos concretos de información facilitada.

## 1.5. Sistemas de información para la interconexión logística

La transición hacia el *physical internet* requiere de sistemas abiertos globales que interconecten bienes físicos, digitales y operacionales con protocolos e interfaces estándar para ello. Las principales brechas a cubrir atienden a la habilidad de acceder/desconectar de redes de suministro a diferente nivel, la simplificación de los sistemas TIC, la estandarización de dispositivos, la creación de plataformas en línea colaborativas y abiertas, la fiabilidad y seguridad de la gestión de datos, etc.

Para dar respuesta a estas necesidades se plantean las siguientes estrategias:

- Innovación en TIC: dispositivos inteligentes, *big data*, IoT (internet de las cosas), automatización de las operaciones logísticas, etc.
- Nuevos modelos de negocio: maximizando el uso de bienes, infraestructuras o herramientas colaborativas compartiendo negocio y ganancias.
- Gobierno de datos.



Este sería el caso de Amazon, que patentó el sistema de envío de paquetería anticipada<sup>3</sup>. Mediante el uso de algoritmos inteligentes de predicción del comportamiento de los consumidores, la plataforma empaqueta y envía productos antes que el propio cliente los solicite. De este modo reduce los tiempos de entrega y, en caso de que no sean finalmente solicitados, reasigna los productos hacia consumidores cercanos, llegando incluso a ofrecerles descuentos para ello. Sistemas similares se utilizan para predecir fallas mecánicas en maquinaria industrial y vehículos de uso intensivo, programando visitas de los técnicos de mantenimiento antes que los propios sistemas fallen.

Otro ejemplo, en este caso relacionado con los almacenes compartidos, es el caso de FLEXE. Mediante un *software* en la nube se gestiona la actividad de los operarios de almacén, el seguimiento de los datos de inventario, la supervisión de operaciones, e incluso la administración de contratos y facturas. Asimismo, los clientes pueden etiquetar el inventario y las paletas para realizar un seguimiento de los envíos, lo que permite a los almacenes administrar la calidad y los flujos entrantes y salientes. Con las integraciones de EDI y API, los clientes pueden usar sus propios sistemas al mismo tiempo que obtienen acceso al mercado y a los servicios de FLEXE.

## 2. Prioridades de las instituciones públicas

### 2.1. Contexto político

En el contexto europeo, las bases para el crecimiento, es decir, infraestructura y acuerdos institucionales, están ampliamente implementados. Ahora es la industria quién debe tomar la iniciativa, adoptando un enfoque integral, para crecer, escalar sus procesos y hacerse más competitiva. Todo ello en un entorno fuertemente cambiante y donde la innovación gradual, con fuerte arraigo en el caso europeo, pierde fuelle ante cambios disruptivos y la aparición de nuevas tecnologías americanas y asiáticas (Kearney, 2017). Las instituciones están llamadas, pues, a tomar un papel secundario. No obstante, es cierto que determinadas políticas públicas de acompañamiento son todavía necesarias para asegurar una posición dominante en el contexto global. De hecho, si centramos la atención en las áreas de actuación fijadas por la Presidencia de la Comisión Europea en 2014, o las estrategias públicas defendidas recientemente por la misma Comisión ante el Parlamento Europeo

---

### 3. Method and System for Anticipatory Package Shipping.



(innovación, inversión, economía circular e hipocarbónica, digitalización y mercado único), se hace patente la fuerte incidencia del sector industrial y logístico.

Desde la óptica industrial, la estrategia política pasa por el fortalecimiento de las compañías continentales, reforzando su crecimiento y asegurando su continuidad como colíderes del mercado internacional. En paralelo, se propone favorecer el desarrollo de tecnologías específicas, que permitan desbloquear sectores clave de la economía y con un fuerte potencial de crecimiento a medio plazo. Dichas tecnologías incluyen micro y macroelectrónica, nanotecnología, biotecnología industrial, materiales avanzados, fotónica y sistemas de producción avanzados.

En relación con las infraestructuras, es evidente que la inversión está virando de los transportes a la energía y la digitalización de los países y regiones. La red central de transporte del programa TEN-T está largamente implementada y es lo suficientemente densa como para albergar la demanda de tráfico actual. Es por ello que el programa ESFI IIW<sup>4</sup>, por tomar un ejemplo, ha empezado a virar las prioridades. De los 147,3 billones de euros de presupuesto para cofinanciar proyectos europeos, un 34 % se destinará a energía, un 15 % a transporte, un 7 % a proyectos digitales y un 6 % a eficiencia ambiental (EC, 2017). De este modo, se pretende reforzar la integración del mercado energético, llamado a sustentar la transición hacia la automoción eléctrica, y de las telecomunicaciones, claves para reforzar la economía digital e interconectada.

En esta línea se mueven también las prioridades de la propia Comisión, que estableció la digitalización y la descarbonización como principales objetivos en materia de transportes. Es necesario recordar que las administraciones, además de promover el crecimiento, están obligadas a velar por el medio ambiente y la sostenibilidad del planeta. La propia Comisión creó una Dirección General transversal, DG CLIMA, para asegurar un correcto seguimiento y cumplimiento de los acuerdos de Kioto, y posteriormente París. Y no son pocas las entidades externas, principalmente ONG, que siguen de cerca los compromisos alcanzados para verificar su cumplimiento.

## 2.2. Marco regulatorio

Más allá de la afinidad ideológica de cada uno con las directrices políticas, es evidente que el sector logístico está fuertemente influenciado por las decisiones de las instituciones. Las decisiones públicas son evaluadas con detenimiento desde el sector privado, permitiendo ajustar el alineamiento de la estrategia empresarial a

---

4. European Fund for Strategic Investments - Infrastructure and Innovation Window.

las líneas oficiales si fuere necesario. El presupuesto inversor de la Comisión supera los 160.000 millones de euros anuales, y las empresas europeas pueden solicitar fondos para propósitos alineados con los diferentes programas de inversión e investigación. Bien sea a fondo perdido o en créditos blandos, dicha partida es lo suficientemente golosa como para atraer la atención de las grandes corporaciones empresariales y logísticas; incluso para desviar su estrategia empresarial y línea de negocio.

Sin embargo, más importante que la propia financiación de proyectos I+D, es la adaptación regulatoria a los cambios propulsados desde la industria. Nuevas *start-ups* tecnológicas como Airbnb, Uber, Ebay o Deliveroo han propuesto modelos de negocio revolucionarios que tutean a los entramados empresariales en todos los sectores y países, lo que ha despertado numerosas alarmas. El uso de drones para paquetería plantea también importantes roces con el actual sistema regulatorio del espacio aéreo, no únicamente por el riesgo de sobrevolar áreas urbanas, sino por la necesidad de establecer unas condiciones determinadas de vuelo (principalmente altura) y de capacitación de los pilotos. Es evidente que las administraciones están obligadas a responder rápida y adecuadamente a las numerosas innovaciones si no quieren afrontar fuertes conflictos sociales. El marco regulatorio, o las reglas del juego, deben ser claras y ofrecer garantías suficientes a los inversores; pero, además, deben permitir la adopción de nuevas tecnologías y la aparición de nuevos modelos de negocio propios de la economía 4.0. En caso contrario, se limita el potencial de creación e implementación temprana de las compañías, perdiendo así fuelle en un entorno global fuertemente competitivo.

### 3. Necesidades formativas de los futuros profesionales

Con la vista puesta en intentar dar cumplimiento a los diferentes intereses de los agentes implicados en la logística, uno se pregunta cuál debería ser el papel de la educación para formar a los futuros profesionales, y particularmente a los directivos logísticos. Del análisis planteado en las secciones anteriores, se desprende una creciente complejidad y tecnificación de los procesos en el sector; lo que requerirá no únicamente un adecuado nivel de formación inicial en la materia, sino también una formación continuada a lo largo de la carrera profesional.

Es importante, pues, sentar las bases del conocimiento en logística de los directivos, asegurando su competencia en las diferentes áreas de valor de la cadena de suministro: aprovisionamiento, compras, transporte, producción, almacenamiento, distribución y gestión del residuo. Un conocimiento exhaustivo de los procesos puede ayudar, no únicamente a gestionar de forma eficiente, sino también a promover una cultura de innovación y mejora permanente dentro de la organización.

En segunda instancia, es preciso reforzar las competencias directivas e interpersonales. Más allá de las habilidades para la dirección y la experiencia en gestión de proyectos, se requiere de un conocimiento profundo del mercado en el que se interactúa. Competencias en visión global del entorno de negocio, logística internacional, políticas públicas, sostenibilidad, subcontratación logística e idiomas son fundamentales en un entorno cada vez más global y competitivo.

Finalmente, y no menos importante, cabe recordar la creciente importancia de la tecnología en el mundo de los negocios. La innovación constante lleva a escenarios complejos y cambiantes, en los que la incertidumbre debe ser manejada de forma adecuada. Conocer las innovaciones que conducen hacia la logística 4.0, desenvolverse fluidamente en el entorno digital, dominar los nuevos canales de gestión y ventas, como el *eCommerce*, y ser capaz de tomar decisiones sustentadas en datos son también competencias imprescindibles para el profesional logístico del mañana.

## Síntesis

Viendo los desafíos identificados por el Banco Mundial y la hoja de ruta marcada por la industria europea, es evidente que el sector logístico se enfrentará a grandes retos en los próximos años. Las instituciones públicas están obligadas a implementar políticas estratégicas que permitan no solo asegurar una posición dominante en el contexto global para sus empresas, sino también, liderar la innovación y transferencia tecnológica en un entorno fuertemente complejo y cambiante. Los profesionales logísticos, y en especial los cargos directivos, deberán probar sus competencias profesionales, abarcando áreas tan dispares como el conocimiento exhaustivo de las diferentes áreas de valor de la cadena de suministro, la capacitación directiva e interpersonal, o la aplicación de la tecnología al mundo de los negocios. Únicamente así se podrá alcanzar la excelencia en la gestión y una adecuada utilización de la economía digital para optimizar recursos y seguir creciendo de forma sostenible.

## Referencias bibliográficas

- ARVIS, J. F.; SASLAVSKY, D.; OJALA, L.; SHEPHERD, B.; BUSCH, C.; RAJ, A.; NAULA, T. (2016). *Connecting to compete 2016: trade logistics in the global economy. The logistics performance index and its indicators*. Washington: The World Bank.
- AULICINO, A. *et al.* (2014). *Corridors, hubs and synchromodality: research and innovation roadmap*. Bruselas: ETP-ALICE.

- BARBARINO, S. *et al.* (2014). *Global supply network coordination and collaboration: research and innovation roadmap*. Bruselas: ETP-ALICE.
- EUROPEAN COMMISSION (2017). *Delivering TEN-T: facts & figures*. Bruselas: DG MOVE.
- HAON, S. *et al.* (2014). *Urban freight: research and innovation roadmap*. Bruselas: ETP-ALICE.
- JUNCKER, J. C. (2014). *A new start for europe: my agenda for jobs, growth, fairness and democratic change. Political guidelines for the next european commission*. European Parliament, Estrasburgo.
- KEARNEY, A. T. (2017). *28th Annual State of Logistics Report: accelerating into uncertainty*. CSCMP.
- MASLARIĆ, M.; NIKOLIČIĆ, S.; MIRČETIĆ, D. (2016). «Logistics response to the Industry 4.0: the physical internet». *Open engineering*. Vol. 6, n.º 1.
- ROD, F. *et al.* (2014). *Information systems for interconnected logistics: research and innovation roadmap*. Bruselas: ETP-ALICE.
- ZIJM, H. *et al.* (2014). *Sustainable, safe and secure supply chain: research and innovation roadmap*. Bruselas: ETP-ALICE.



**Eduard J. Álvarez-Palau**

**ealvarezp@uoc.edu**

**Profesor de los Estudios de Economía y Empresa (UOC)**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (UPC), máster en Dirección de las organizaciones (UOC) y doctor en Ingeniería e Infraestructuras del Transporte (UPC). Se incorporó como profesor de los estudios en 2017, después de una estadia de investigación postdoctoral en la Universidad de Cambridge y otra en la Comisión Europea (DG MOVE). Anteriormente había trabajado como consultor privado en temas de ingeniería urbana, planificación infraestructural y diseño de redes; actividad que compaginó con tareas docentes a tiempo parcial en la UOC y la UPC.



## **Marta Viu Roig**

**mviu@uoc.edu**

### **Directora del máster de Dirección de operaciones y logística integral (UOC)**

Doctora en Empresa por la Universidad de Barcelona. Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Barcelona. Directora académica del máster propio de Logística integral y dirección de operaciones. Codirectora del *executive master* de Dirección de operaciones, logística & SCM (EADA-UOC). Es miembro del grupo de investigación MeL, y su investigación se centra en los ámbitos de la logística y del *eLearning*.

Los textos publicados en esta revista están sujetas –salvo que se indique el contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozcáis los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.ca>.



# OIKONOMICS

Revista de economía, empresa y sociedad

EL IMPACTO DE AMAZON

## La logística como fuente de valor añadido al eCommerce

### Xavier Budet Jofra

Profesor colaborador del máster de Dirección de operaciones y logística integral (UOC)

### Alexis Pérez Gómez

Profesor colaborador del máster de Dirección de operaciones y logística integral (UOC)

**RESUMEN** Las plataformas de *eCommerce* se convierten en actores cada vez más relevantes de la economía global, modificando los hábitos de compra y consumo, y provocando un impacto decisivo en el mercado de la distribución, fabricación y prestación de servicios logísticos.

La consolidación y mejora del *eCommerce* se basa en garantizar la excelencia en la experiencia de usuario, desde el proceso de compra hasta la entrega final del producto o del servicio solicitado. En este sentido, la logística es un factor clave.

La penetración de Amazon en los hogares ha sacudido fuertemente el escenario competitivo. Ha obligado a los grandes distribuidores (y fabricantes) a dar una respuesta que satisfaga las nuevas expectativas de servicio de los compradores, iniciando una exigente carrera para dominar la cadena de valor y la experiencia del cliente.

Con el presente artículo, los autores analizan el panorama actual, las repercusiones en la cadena de suministro y las tendencias que presentan las plataformas de *eCommerce*, identificando áreas de oportunidad generadas por las expectativas de clientes cada vez más exigentes.

**PALABRAS CLAVE** eCommerce; logística; cadena de suministro; omni-canalidad; experiencia de compra; última milla

## *Logistics as a source of added value in eCommerce*

**ABSTRACT** *eCommerce platforms are becoming increasingly significant players in the global economy, modifying shopping and consumption habits, and having a decisive impact on the market in terms of distribution, manufacture and the provision of logistics services.*

*The consolidation and improvement of eCommerce is underpinned by guaranteeing excellence throughout the user experience, from the shopping process right through to the final delivery of the product or service requested. In this respect, logistics is a key factor.*

*Amazon's penetration in households has strongly shaken up the scene in terms of the competition. It has forced large retailers (and manufacturers) to provide a response that fulfils shoppers' new service expectations, triggering a gruelling race to take control of the value chain and the customer experience.*

*In this article, the authors analyse the current panorama, the repercussions for the supply chain and the trends emerging in terms of eCommerce platform, identifying areas of opportunity generated by increasingly demanding customer expectations.*

**KEYWORDS** *eCommerce; logistics; supply chain; omni-channel; shopping experience; last mile*

## Introducción

El eCommerce, por definición, responde a las transacciones comerciales que tienen lugar en internet mediante páginas web y aplicaciones móviles (*app*) entre proveedores, vendedores, centros comerciales y clientes.

Desde sus orígenes en 1995, el eCommerce ha experimentado un continuo y acelerado crecimiento en los sectores *retail*, viajes y multimedia. Ha contado con la complicidad del adelanto tecnológico, las telecomunicaciones, los dispositivos móviles y las plataformas de venta en línea, experimentando una transición de entornos web a aplicaciones de uso en dispositivos móviles. El progreso tecnológico ha permitido la virtualización de conceptos físicos como por ejemplo los centros comerciales, las listas de la compra y la atención al cliente. Estos entornos virtuales



permiten la compra descentralizada tanto de servicios como de productos entregados por medios electrónicos y/o servicios logísticos.

A pesar de que se prevé una cierta desaceleración en el ritmo de crecimiento de ventas *eCommerce*, este todavía presenta tendencias claramente alcistas en ciertos países de entre el 1,45 % y el 39 % según datos de la Global Ecommerce Foundation.

La cotización en el mercado de valores NASDAQ de la acción de Amazon es un fiel reflejo de la evolución del *eCommerce*: ha pasado de ser una promesa con muchos interrogantes y escepticismo a una fenomenal realidad con crecimiento exponencial (<https://www.nasdaq.com/symbol/amzn/interactive-chart>).

El *eCommerce* está revolucionando, pues, los hábitos de consumo, la experiencia de compra, la distribución y la venta de bienes y servicios, lo que ha provocado cambios significativos en la cadena de suministro.

Las empresas basadas en el canal en línea, los *pure players*, han generado unas expectativas y exigencias que han llevado la logística a un nuevo estadio. Esto está obligando a rediseñar procesos, activos, soluciones tecnológicas, organizaciones y redes de distribución. Como respuesta a este nuevo escenario competitivo, centrado en gran medida en la experiencia del cliente, los distribuidores han optado por una estrategia basada en facilitar al consumidor cualquier interacción: desde la comunicación hasta el proceso de compra (pasando por la búsqueda de información, las devoluciones, etc.). Esto ha conducido a un nuevo concepto: la omnicanalidad, sobre el que se profundizará a lo largo del presente artículo.

## Amazon abre la caja de los truenos

Amazon nació con la voluntad de ser la librería del planeta, con la obsesión de conocer los hábitos de los consumidores y sobresalir en la experiencia de compra de los usuarios para poder sobrevivir. Muy pronto se dio cuenta de que, además de libros, podía vender cualquier otra cosa. Una vez llevaba un libro e iba conociendo el cliente, ¿por qué no aprovechar todas las sinergias y ofrecerle más cosas?

Y así es como Amazon empezó a introducir categorías y más categorías en su surtido, con un objetivo claro a largo plazo. Tomaba decisiones que no parecían lógicas, pero que hoy en día le han supuesto una ventaja competitiva: Amazon comprendió que sin el control de la cadena de suministro no podía sobresalir en experiencia del cliente.

Primero, creó una densa red de centros de distribución para conseguir ofrecer su surtido (concepto *long tail*) acortando plazos de entrega. Después, adquirió la

compañía Kiva para automatizar estos centros, mejorando la calidad de pedidos al reducir costes operativos; y desarrolló algoritmos de predicción de demanda y *pricing*. Posteriormente, reorganizó la cadena de suministro y exploró nuevas formas de entrega para poder servir el mismo día (*same-day-delivery*) como servicio *premium*. En los últimos años, ha ido dando nuevos pasos hacia la innovación: probando drones, desarrollando aparatos para facilitar la confección de pedidos, reforzando la red de *forwarding* internacional (para controlar toda la cadena de suministro) y, finalmente, creando poco a poco una flota propia para complementar a los operadores tradicionales.

Amazon gana dinero desde el último cuatrimestre del año 2015 y su crecimiento exponencial amenaza, y asusta, a los actores de muchos sectores; especialmente, de la gran distribución de todo el mundo. Se puede afirmar que, dentro de la cadena de suministro, Amazon se ha convertido en la referencia.

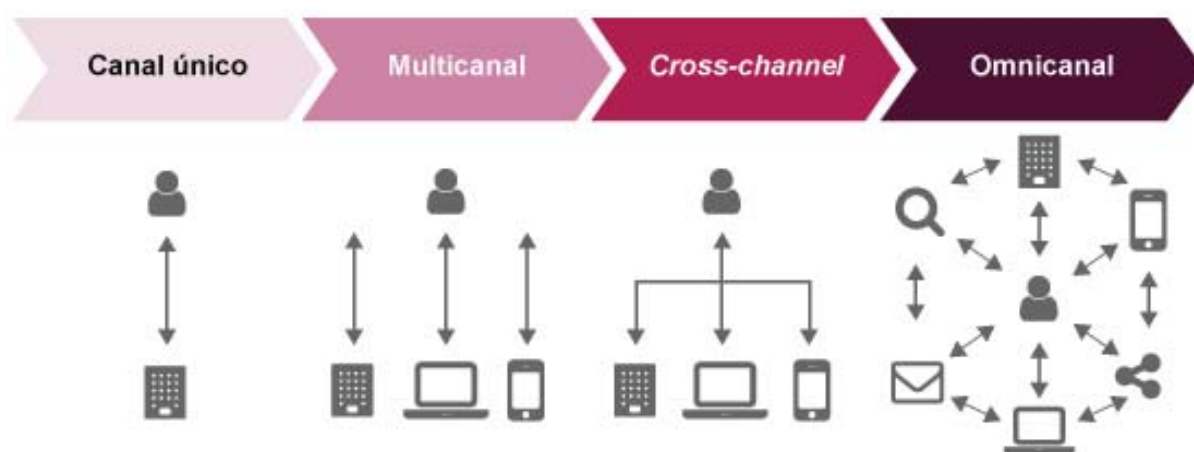
### La respuesta de la gran distribución: la omnicanalidad

A día de hoy, el efecto Amazon ya ha tenido efectos devastadores para muchos distribuidores. En los últimos años, en los Estados Unidos y en Europa, múltiples cadenas de tiendas han tenido que cerrar debido al cambio acelerado de hábitos de compra. En este último período, mientras las ventas del «canal tienda» se han estancado o menguado, las ventas del «canal online» están creciendo a dos dígitos.

A raíz de esto, la gran distribución (como por ejemplo Walmart, Tesco, Carrefour, etc.) se ha dado cuenta de que su extensa red de tiendas les podría dar una ventaja competitiva sobre Amazon, y el resto de operadores en línea, con la tienda jugando otros roles. ¿Se pueden generar sinergias entre los diferentes canales? Por un lado, la tienda podría ofrecer servicio y capilaridad y, por el otro, el canal online permitiría inmediatez y comodidad. La respuesta, por lo tanto, parece obvia, pero su implementación no es tan sencilla.

La omnicanalidad no es la oferta de productos empleando diferentes canales. De hecho, esto ya lo estaban haciendo estas empresas. La clave tiene que ser la experiencia de cliente integrada y consistente, sin importar desde qué canal quieren acceder. La realidad es que, por ejemplo, un cliente puede informarse en internet, ir a ver el producto a la tienda, llamar al servicio de atención al cliente por teléfono, hacer la compra virtualmente para recogerla en coche, etc.

**Figura 1. Concepto omnicanalidad**



Fuente: <http://loem.ca/en/omni-channel-strategy-new-eldorado-commerce/>.

## Aspectos clave y tendencias de la omnicanalidad

En un mundo donde los cambios son cada vez más acelerados, y los plazos más cortos, la omnicanalidad requiere velocidad y flexibilidad en los diferentes procesos y, por lo tanto, visibilidad y conectividad. Al mismo tiempo, sin embargo, esta necesidad de velocidad y flexibilidad pone en una gran exigencia a la cadena de suministro. Garantizar la eficiencia operacional por ser rentable se ha convertido en un reto mayúsculo.

A continuación, se desgrana este reto en los principales aspectos a considerar:

### **Gestión de compras y de aprovisionamiento**

La relación con los proveedores tiene que pasar de ser puramente transaccional a una más colaborativa. Los proveedores pueden llegar a ser clave para mejorar el servicio al cliente, pero necesitan visibilidad y datos. ¿Cómo se pueden garantizar plazos de entrega suficientemente cortos? ¿Cómo se puede reducir el inventario en toda la cadena? ¿Tiene sentido plantear envíos directos desde los proveedores?

### **Estrategia de posicionamiento y gestión del inventario en toda la red (almacenes, centros de distribución o tiendas)**

Durante años, las empresas distribuidoras se han concentrado en optimizar el inventario en los diferentes eslabones de la cadena de suministro, que tenía un flujo muy lineal: de proveedor a centro de distribución, de centro de distribución a tienda, de tienda a cliente final. Los ciclos cada vez más cortos requieren enviar directamente al cliente desde cualquier punto. Los nuevos servicios de la tienda (preparación y envío, recogida, etc.) tienen también un impacto muy relevante en

el inventario, pues la demanda de un canal puede ser muy diferente a la demanda en otro –tendencia, estacionalidad, frecuencia de compra, etc.– y la capacidad del distribuidor de dar respuesta a esta demanda desde cualquier punto de la red es capital. ¿Desde dónde «servirá» mejor el inventario? ¿Qué cantidad hay que asignar en cada tienda y en los centros de distribución para contener el capital circulante? ¿Cómo se pueden hacer las devoluciones? ¿Dónde y cómo se hará la comprobación, el *repacking* y se posicionará el producto devuelto? ¿Qué nivel de servicio se puede ofrecer en cada nodo de la red? ¿Cómo se consigue que haya sinergias, en vez de empeoramiento del servicio, de los dos canales que comparten *stock*? Todos estos elementos determinarán el siempre difícil equilibrio entre servicio y minimización del capital circulante.

### **Preparación y envío de pedidos (*fulfillment*)**

La exigencia de reducir cada vez más los plazos de entrega ha provocado un replanteamiento de dónde hay que preparar los pedidos. ¿En un centro de distribución (aprovechando las sinergias de recursos tecnológicos y humanos, la menor cantidad de rupturas de *stock*, la fiabilidad y la eficiencia de la preparación) o en una tienda (aprovechando la proximidad al cliente, reduciendo costes de transporte y permitiendo una expansión a nuevas zonas más rápidamente)? Si se hace en tienda, ¿mejor desde una tienda abierta al público o en un centro cerrado (*dark store*)? Hay mucha variedad de modelos, incluso mixtos (por ejemplo, se puede empezar haciendo la preparación en la tienda, hasta que hay suficiente masa crítica para cambiar a un centro de distribución).

Por otro lado, el proceso que determina el servicio percibido, y supone la mayor parte del coste, es la entrega al cliente, lo que se conoce como la «última milla». En esta fase, además de escoger los vehículos más idóneos, hay que buscar el equilibrio entre el servicio deseado por el cliente (una hora exacta) y la eficiencia del repartidor. Estudios realizados en las ciudades de Londres y Helsinki han demostrado que pasar de franjas de 3 a 6 horas reduce los costes de transporte entre el 17 y el 24 %, o hasta el 50 % si se prescinde totalmente de las franjas. Pero ¿es aceptable este escenario por parte del cliente? ¿Qué coste tiene repetir la entrega del pedido por ausencia del cliente? Depende, está claro, del índice de ausencias, y este puede llegar al 30 %. Es por este motivo que han empezado a proliferar otros sistemas de entrega en puntos fijos (puntos de recogida, comercios adscritos a una red, taquillas electrónicas), que pueden reducir el coste de distribución hasta el 60 %.

### **Gestión de la información**

Hoy en día, la información fiable a tiempo real es clave para poder optimizar las operaciones y minimizar el *stock* distribuido. ¿Qué soluciones adicionales reque-

rirán los diferentes procesos de la cadena de suministro? ¿Qué tecnologías nos pueden ayudar a hacer análisis cuidadosos (predictivos, con escenarios *what-if*) como apoyo a la toma de decisiones?

Es obvio que el *eCommerce* ha cambiado la logística completamente. De una logística centralizada, con miles de referencias y servicio en palés transportados por camiones, se ha pasado a una logística distribuida, con millones de referencias y servicio en cajas entregadas con furgonetas (o, incluso, motocicletas y bicicletas).

En este entorno es tan importante el servicio como las características del producto: el posicionamiento dentro de la cadena de suministro y la entrega pasan a ser clave para garantizar la disponibilidad de lo que quiere el cliente en el momento que lo quiere... y a un precio competitivo.

En medio de este escenario turbulento de elevada competitividad y exigencia, se ha iniciado una carrera por la omnicanalidad. Por un lado, nuevos actores están entrando en acción, como las empresas especializadas en comprar en diferentes establecimientos (generalmente de alimentación) y entregar en pocas horas al cliente. Las más conocidas son las americanas Instacart o Shipt; en nuestro país tenemos también casos como Deliberry. Esta capacidad de capilaridad y rapidez en la entrega son clave hoy en día y, por lo tanto, la gran distribución ha buscado acuerdos de partenariatio con estas empresas (o directamente las han comprado, como la reciente compra de Shipt por parte de la empresa Target) para poder competir con Amazon y otras *pure players*.

Por otro lado, la gran distribución compra *pure players* (por ejemplo, el distribuidor más grande del mundo, Walmart, ha comprado Jet y Bonobos en el último año), los fabricantes también quieren introducirse en la venta directa (por ejemplo, Unilever compra Dollars Shave Club) y compañías tecnológicas como Google se alían con distribuidores (con Walmart, hace pocos meses) para desarrollar el Google's Shopping Express y desafiar a Amazon en la compra en línea.

Finalmente, los grandes *pure players* globales, como Amazon, Jd.com y Alibaba, han empezado a comprar empresas distribuidoras para contrarrestar las iniciativas de la gran distribución y ser también omnicanal. El caso más conocido, por ejemplo, ha sido la reciente compra de Whole Foods por parte de Amazon.

En el actual entorno competitivo, conseguir una experiencia omnicanal consistente ha representado un diferencial y, por lo tanto, ha pasado a ser crucial desarrollar una cadena de suministro centrada en la experiencia del cliente.

## Calidad de servicio como valor añadido a la cadena de aprovisionamiento

Se entiende como calidad de servicio el cumplimiento de todos los parámetros que tienen que garantizar la experiencia del cliente durante el proceso de compra; desde la navegación web, la información facilitada, el apoyo al cliente ofrecido preventa/posventa, hasta la logística para alcanzarlo con el producto comprado.

Para lograr la mejora continua y la excelencia en la calidad de servicio, la logística juega un papel fundamental. Además, optimizar las operaciones logísticas permite reducir los costes repercutidos sobre el precio de venta asumido por el cliente, o bien soportados por el vendedor con descuentos por volumen con los distribuidores subcontratados.

Uno de los elementos de máxima atención y que conjuga ambas, la ineficiencia operacional y también la satisfacción del cliente, es la reducción de los problemas que suceden en la «última milla».

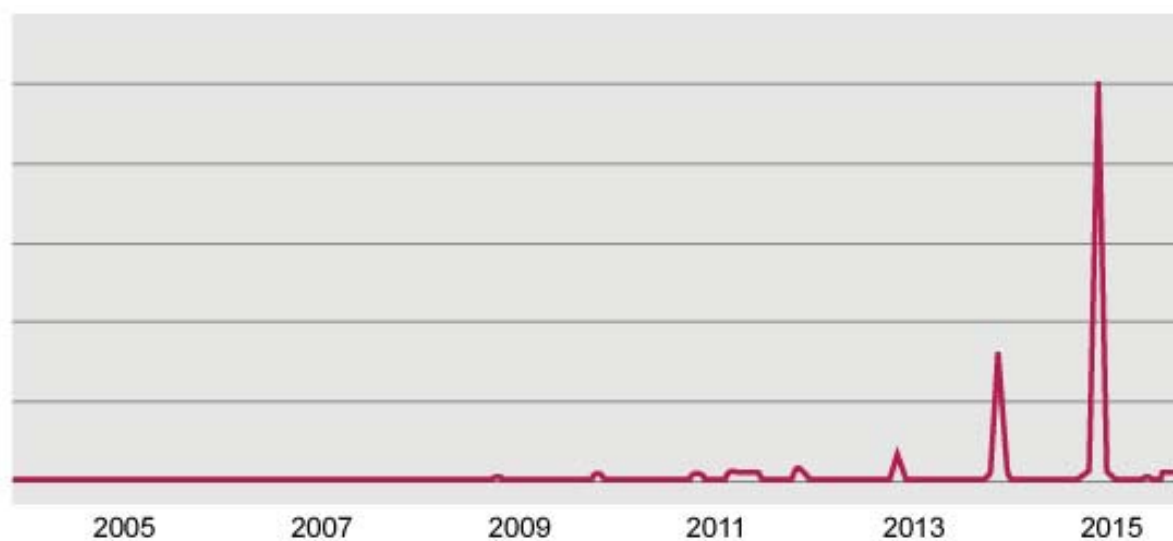
Según UPS (United Parcel Service), el 50 % de las entregas a domicilio están relacionadas con entregas de última milla del sector *eCommerce*, viajando de centros de distribución o tiendas pequeñas hasta el punto de demanda o cliente. En el año 2014 este envío se lograba en ocho días de media; en la actualidad son cinco. Las expectativas de entrega inmediata fuerzan a las empresas a incrementar su riesgo en inventario, teniendo que complementar este servicio con devoluciones gratuitas.

La entrega de la última milla es un gran negocio. Solo en el año 2016, las empresas de *eCommerce* se gastaron en torno a 65.000 millones de dólares para preparar, empaquetar y transportar productos, logrando una facturación en línea de unos 370.000 millones. Estos costes logísticos son significativamente superiores si se comparan con los típicos de la tienda tradicional o los grandes almacenes (media del 17,5 % y 6,5 %, respectivamente).

Además de la presión en costes para mejorar la competitividad, de la exigencia de los plazos y de la puntualidad de entrega, además de la ausencia de errores en la preparación, hay que introducir un nuevo elemento: los picos de demanda provocados por la política comercial (Black Friday, Cyber Monday, Navidad, etc.). Estos picos obligan a las empresas que realizan las operaciones de la última milla (y las que las contratan) a buscar nuevas fórmulas de entrega como el *crowdsourcing* (Uber es un buen ejemplo).



Figura 2. Evolución del Black Friday en España



Fuente: Wikimedia Commons.

En la anterior figura se observa cómo las ventas durante campañas como la del Black Friday han aumentado espectacularmente en los últimos años solo en España. Reflejan esta variabilidad de demanda más otros factores como los antes descritos, donde los envíos a temperatura controlada (alimentación, farmacia, etc.), la congestión de las grandes ciudades y la reticencia de una gran mayoría de clientes a pagar la entrega (que tienen que ser absorbidos por el margen de los distribuidores y/o de los operadores logísticos) aumentan la complejidad de las operaciones de la última milla y ponen presión en los costes de distribución.

Todos estos requerimientos están creando fuertes tensiones entre los distribuidores, que buscan eficiencia, disponibilidad, rapidez y visibilidad, y los operadores logísticos, que necesitan volúmenes consistentes, rentabilidad de sus activos y una cierta predictibilidad.

Por otro lado, los clientes, especialmente *millennials* y urbanitas, piden finalizar sus compras en línea con entregas rápidas de productos de rápido consumo como comida o consumibles, pero también en el sector del lujo. Un 60 % de los *millennials* espera que el tipo de entrega en un mismo día sea una opción a elegir en su compra, y más de un 60 % está dispuesto a pagar más por este servicio.

Las tendencias en el *eCommerce* indican que las entregas del mismo día serán cada vez más demandadas, y se convertirán en la actividad propia de repartidores locales, que absorberán esta parte del negocio de los grandes proveedores logísticos internacionales. Aun así, es probable que sean los propios gigantes logísticos quienes subcontraten esta infraestructura local. Se espera que UPS, FedEx o Amazon inviertan en *startups* de reparto local y en la evolución de tecnologías que lo permitan (Budet y Pérez, 2018).



## Conclusiones

El eCommerce y las nuevas tecnologías están revolucionando la forma de vender y comprar productos. Los cambios, cada vez más acelerados, han impactado de una forma decisiva en la cadena de suministro, trayéndola a un nuevo estadio.

La competitividad creciente entre los especialistas de eCommerce, *pure players* y los amenazados «viejos» gigantes de la distribución está llevando los procesos logísticos a elevadas exigencias. La irrupción de la omnicanalidad, por ejemplo, surge para dar respuesta a las necesidades y mejorar la experiencia del cliente desde cualquier canal.

En este entorno, quien no domine la cadena de suministro quedará fuera de juego. Esto supone tener que implantar la tecnología adecuada, saberla integrar, atraer personas con habilidades para extraer el máximo provecho, gestionar con eficacia la información, establecer relaciones de partenariado con otros actores clave y tener el dominio de los procesos críticos de la cadena de suministro.

## Datos de interés

- Se prevé que en el año 2025 haya una media de entre 50 y 60 millones de paquetes entregados al día a consumidor final (B2C), solo en los Estados Unidos (McKinsey).
- Con respecto al crecimiento de la demanda de entregas instantáneas o en el mismo día, el 70 % de los consumidores prefieren la opción más barata (McKinsey).
- En el año 2025, el 80 % de los paquetes B2C serán entregados por vehículos autónomos, incluyendo drones que sirvan en zonas rurales (McKinsey).
- El 72,1 % de los clientes han tenido uno o más incumplimientos de los plazos de entrega (Trusted Shops).
- IDC Manufacturing Insights prevé, a finales del año 2020, que el 50 % de todas las cadenas de suministro tengan la capacidad de habilitar envíos directos a clientes finales y/o entrega a domicilio.
- La tasa de entrega fallida se sitúa en España entre el 20 % y el 30 %, según el *Libro Blanco de la Logística* de Adigital.
- Según una encuesta realizada en el año 2017 a doscientos directivos de la cadena de suministro de empresas de distribución americanas, el 83 % consideraba que la experiencia de cliente tenía que ser uno de los ejes principales de su estrategia. No obstante, un 66 % consideraba que no tenía las soluciones tecnológicas adecuadas para hacer frente a este reto, y un 79 % decía que la eficiencia era todavía el principal objetivo o uno de los principales (ETF-Convey).

- Penetración del canal online a enero de 2018 (porcentaje de ventas en línea): Reino Unido, 17 %; Estados Unidos, 15 %; Alemania, 14 %; España, 4 % (*La Vanguardia*).
- En 2017, Amazon, con casi 200.000 millones de dólares, ha capturado un 44 % de las ventas de comercio electrónico en los Estados Unidos; esto supone el 4 % del total de ventas de *retail* (One Click Retail).
- Comparación de Amazon frente a Walmart:

	Amazon	Walmart
Año fundación	1994	1962
Trabajadores	550.000	2.300.000
Ventas en 2017 (M\$)	161.000	485.000
Promedio crecimiento 5 años	21 %	1 %
Referencias (millones)	320	50
Tiendas	400 (3 países)	11.000 (28 países)

Un 12 % de las ventas de Walmart son por el canal online.

Un 10 % de las ventas de Amazon son por el canal tienda (Whole Foods, básicamente).

## Referencias bibliográficas

- BUDET J. X.; PÉREZ, A. (2018). «Innovacions tecnològiques en la cadena de subministrament aplicades a l'eCommerce». *Oikonomics*. N.º 9.
- ECOMMERCE FOUNDATION (2017). *Global Ecommerce Report 2017*. <[www.ecommercefoundation.org/reports](http://www.ecommercefoundation.org/reports)>.
- FERNIE, J.; SPARKS, L.; MCKINNON A. C. (2010). «Retail logistics in the UK: past, present and future». *International Journal of Retail & Distribution Management*. Vol. 38, núms. 11-12.
- HU, M.; MONAHAN, S. (2016). «US e-Commerce Trends and the Impact on Logistics». *A.T. Kearney*, [artículo en línea]. <<https://www.atkearney.com/retail/article/?a/us-e-commerce-trends-and-the-impact-on-logistics>>
- HALLOWELL, R.; (2002). «Virtuous Cycles: Improving Service and Lowering Costs in E-commerce». *Harvard Business School*. Module Teaching Note 802-169.
- PRASHAR, A. (2017). «Shopclues: Turning logistics into a competitive advantage». MDI Management Development Institute, Gurgaon and Richard Ivey School of Business Foundation. W17389.

PUNAKIVI, M.; YRJÖLÄ, H.; HOLMSTRÖM, J. (2001). «Solving the last mile issue: reception box or delivery box?» *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 31, n.º 6.

ZHU, F.; LANE, D. (2016). «SF Express: From Delivery to E-Commerce». Harvard Business School Case 616-003.



**Xavier Budet Jofra**

**[xbudet@uoc.edu](mailto:xbudet@uoc.edu)**

**Profesor colaborador del máster de  
Dirección de operaciones y logística integral  
(UOC)**

Ingeniero industrial superior por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona (UPC), MBA por ESADE (Barcelona) y CSCP por Apics (Estados Unidos). Actualmente es director de Logística - Canal Online en La Sirena Alimentación Congelada S.L.U. También es profesor colaborador, tutor de proyectos en estudios de grado y máster relacionados con la cadena de suministro y autor de publicaciones de la UOC.



**Alexis Pérez Gómez**

**[aperezgomez3@uoc.edu](mailto:aperezgomez3@uoc.edu)**

**Profesor colaborador del máster de  
Dirección de operaciones y logística integral  
(UOC)**

MBA por ESADE (Barcelona y McCombs Austin, Texas). Ingeniero industrial superior por la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Gerona. Ingeniero técnico en Informática de Sistemas por la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Gerona. Actualmente, es responsable de producción, abastecimiento de material y calidad de la actividad de reparaciones y apoyo al cliente de Europa, Medio Oriente y África en HP Inc. También es profesor colaborador, tutor de proyectos en estudios de grado y master relacionados con cadena de suministro y autor de publicaciones de la UOC.

Los textos publicados en esta revista están sujetas –salvo que se indique el contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozcáis los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.ca>.



# OIKONOMICS

Revista de economía, empresa y sociedad

*BLOCKCHAIN, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, 3D PRINTING*

## **Innovaciones tecnológicas en la cadena de suministro aplicadas al eCommerce**

### **Xavier Budet Jofra**

Profesor colaborador del máster de Dirección de operaciones y logística integral (UOC)

### **Alexis Pérez Gómez**

Profesor colaborador del máster de Dirección de operaciones y logística integral (UOC)

**RESUMEN** En los últimos años se han vertebrado soluciones tecnológicas de menor a mayor complejidad que fomentan la evolución de la logística y de la cadena de suministro y que permiten la comunión entre requisitos y limitaciones que los clientes sufren en su proceso de compra en la *eCommerce*.

El adelanto de ciertas tecnologías en otros sectores ha permitido su incorporación a la logística y a la cadena de suministro añadiendo valor, no solo al cliente mediante la personalización de la oferta de productos y servicios, sino también influyendo a proveedores y otros actores que componen la cadena, dotando de agilidad en la planificación, gestión y transporte de inventario.

En el futuro, la adopción de estas nuevas tecnologías requerirá de un proceso de especialización en detrimento del rol puramente operacional que ha caracterizado hasta ahora al sector logístico, así como de la generación de nuevos estándares y de entidades reguladoras que permitan su integración y su desarrollo.

**PALABRAS CLAVE** *eCommerce*; logística; cadena de suministro; *internet of things*; *big data*; *blockchain*; drones; inteligencia artificial; *3D printing*

## *Technological supply chain innovations applied to eCommerce*

**ABSTRACT** *In recent years, technological solutions of varying degrees of complexity have emerged that have driven the evolution of logistics and supply chain, and which enable concordance between the requirements and limitations faced by customers in the eCommerce shopping process.*

*Advances in certain technologies in other sectors has enabled them to be incorporated into logistics and the supply chain, not only adding value for the customer through the customization of the products and services on offer, but also having an impact on suppliers and other actors that form part of the chain, enabling them to achieve enhanced responsiveness in terms of stock planning, management and transportation.*

*In the future, the adoption of these new technologies will require a process of specialization at the expense of the purely operational role that has characterized the logistics sector to date, as well as requiring new standards and regulatory bodies to be generated that enable their integration and development.*

**KEYWORDS** *eCommerce; logistics; supply chain; Internet of Things; Big Data; blockchain; drones; artificial intelligence; 3D printing*

## Introducción

En el artículo «La logística como fuente de valor añadido al eCommerce» (Budet y Pérez, 2018) queda patente, por un lado, la variabilidad y diversidad de expectativas de clientes fruto de la adopción del eCommerce como solución a sus necesidades y, por otro lado, las limitaciones inherentes a las plataformas logísticas existentes. La no comunión entre requisitos y limitaciones mencionados puede derivar a los problemas propios de la última milla. Para afrontar tal cosa, en los últimos años se han vertebrado soluciones tecnológicas de menor a mayor complejidad que, a la vez, fomentan la evolución de la logística y de la cadena de suministro.

Se empieza a hablar de la cadena de suministro 4.0, es decir, una cadena de suministro completamente digitalizada con flujos de información integrados en toda la cadena donde esta información se supone fiable y a tiempo real, y que se ha convertido en un factor básico para poder tomar decisiones de una forma predecible, autónoma y consistente. La tecnología tiene que permitir, por un lado, capturar la información a tiempo real, compartirla, tratarla, analizarla, establecer

tendencias y patrones y, por otro lado, automatizarla para optimizar la planificación, facilitar la gestión y acelerar la ejecución de las tácticas y acciones operativas derivando en procesos más flexibles, rápidos, eficaces y eficientes.

En más detalle, se ha vivido la transición desde la implementación de soluciones clásicas, como la ya normalizada trazabilidad de envíos, hacia la opción de entrega mediante múltiples canales de abastecimiento (omnicanalidad), entregas en el mismo día con hora acordada, acercar el inventario físicamente antes de ejecutar la orden de compra (modelos predictivos), garantizar la entrega 24/365 vía puntos de recogida, la manufactura en 3D del bien comprado o la entrega deslocalizada mediante drones o vehículos autónomos. Todos ellos son claros ejemplos de cómo la innovación permite cerrar el círculo virtuoso al eCommerce para que la logística añada valor en la experiencia de usuario y reduzca ineficiencias operacionales derivadas de múltiples intentos de entrega o regresos debido a entregas fallidas.

En la figura 1 se muestran soluciones tecnológicas que están ganando un espacio en la innovación de la cadena de suministro y también otras consolidadas.

Figura 1. Ciclo de sobreexpectación de las tecnologías emergentes



Fuente: Jeff McNeil, 2011 [https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AGartner\\_Hype\\_Cycle\\_for\\_Emerging\\_Technologies.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AGartner_Hype_Cycle_for_Emerging_Technologies.gif).

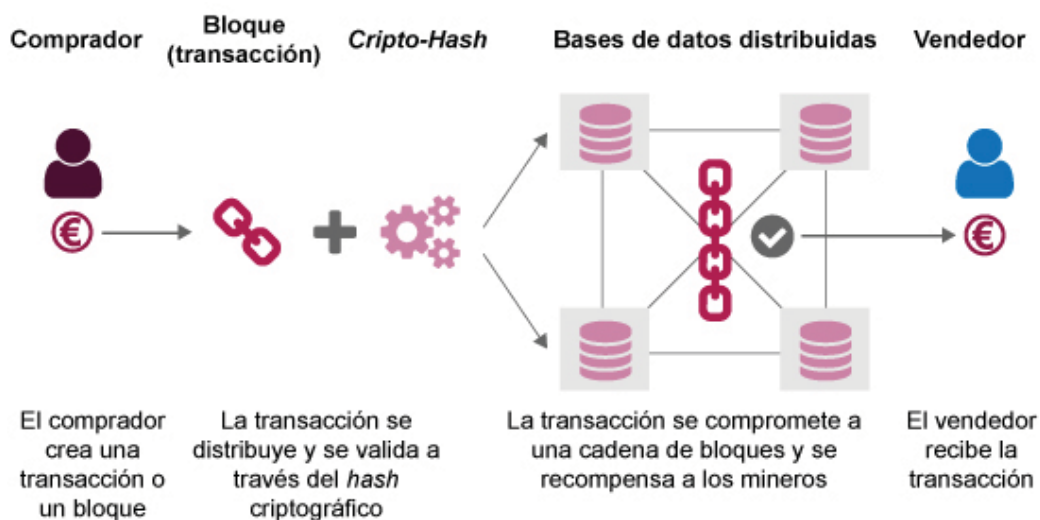


En el presente artículo nos centraremos en la descripción de un conjunto de tecnologías que están adquiriendo cada vez más relevancia en la cadena de suministro y en su recorrido en los próximos años, de acuerdo a los requerimientos del canal del eCommerce. Tecnologías que presentan ventajas como, por ejemplo: la mejora operacional mediante la democratización de servicios de la mano del paradigma *blockchain* con el objetivo de fomentar la competitividad en la calidad de servicios entre proveedores logísticos que se ofrecen para un mismo servicio logístico; o bien, la anticipación de la demanda mediante modelos predictivos; el incremento del éxito en las entregas mediante sistemas de entregas automatizadas; o el acercamiento de la producción al cliente final mediante la impresión en 3D.

### 1. *Blockchain* como democratización en la subcontratación de servicios logísticos

Esta tecnología se basa en la distribución de la información en lugar de copiarla o duplicar el contenido para su procesado. Sus orígenes de uso están estrechamente relacionados con las criptomonedas, pero se podrían diversificar las aplicaciones dadas las ventajas que día a día se descubren en relación con su uso.

**Figura 2. Proceso blockchain**



Fuente: B140970324 <https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ABlockchain-Process.png>

La premisa principal se basa en tratar la información de una forma descentralizada, compartida y continuamente reconciliada a través de bases de datos. Esta información se distribuye a muchos ordenadores simultáneamente, pero a la vez es accesible para cualquier persona con acceso a internet. De este modo, se evita que el contenido íntegro esté expuesto a vulnerabilidades, como por ejemplo ataques



cibernéticos, o incluso excluyendo las entidades reguladoras de su gestión para que no ejerzan un abuso de poder.

Un ejemplo sería el caso de las criptomonedas. Bitcoin es una criptomoneda y a la vez una red que gestiona, de manera descentralizada, todas las transacciones que suceden con esta moneda. De este modo se evita la dependencia de una autoridad central o entidad reguladora que centralice su gestión.

Al llevar esta filosofía a la logística, una de las utilidades más claras es la de garantizar la trazabilidad de cualquier producto en la cadena de suministro y, junto con la información proveniente de sensores (IoT), garantizar que un producto no ha perdido en ningún momento la cadena de frío.

Otra utilidad consistiría, en primer lugar, en centralizar toda la variabilidad de combinaciones y escenarios de los múltiples elementos de la cadena de suministro a los cuales un envío puede estar expuesto. Seguidamente, haciendo uso de la tecnología RFID en las cajas, estas podrían comunicar la necesidad de desplazamiento de *A* a *B* y una fecha de entrega concreta en la red. En esta fase, se descentralizaría entre los múltiples operadores logísticos los detalles de la entrega para poder competir por la potestad del envío en función de sus capacidades reales de entrega, disponibilidad y condiciones. Con este cómputo de transacciones, la tarjeta RFID otorgaría el envío al proveedor logístico que mejor se adaptara a los requisitos del cliente en cuanto a precio y calidad de servicio.

A pesar de los beneficios que se entrevén de esta tecnología, hay varios puntos para aclarar. *Blockchain* se basa en una serie de nodos que permiten la replicación y autenticación de la información; hace falta todavía aclarar cuáles tienen que ser estos nodos, cómo se compartirá la información en la cadena de suministro y el hardware (discos, ancho de banda) necesario para guardar la ingente cantidad de información a almacenar. Por otro lado, la seguridad de las redes *many-to-many* todavía está en proceso experimental. Finalmente, hay que tener en cuenta la carencia de escalabilidad de este tipo de soluciones dada la falta de adopción de la tecnología *blockchain* entre los diferentes integrantes de la cadena de suministro. Además de la colaboración necesaria, hará falta que lo adopten muchas más compañías para crear estándares que la hagan más asequible y eficaz.

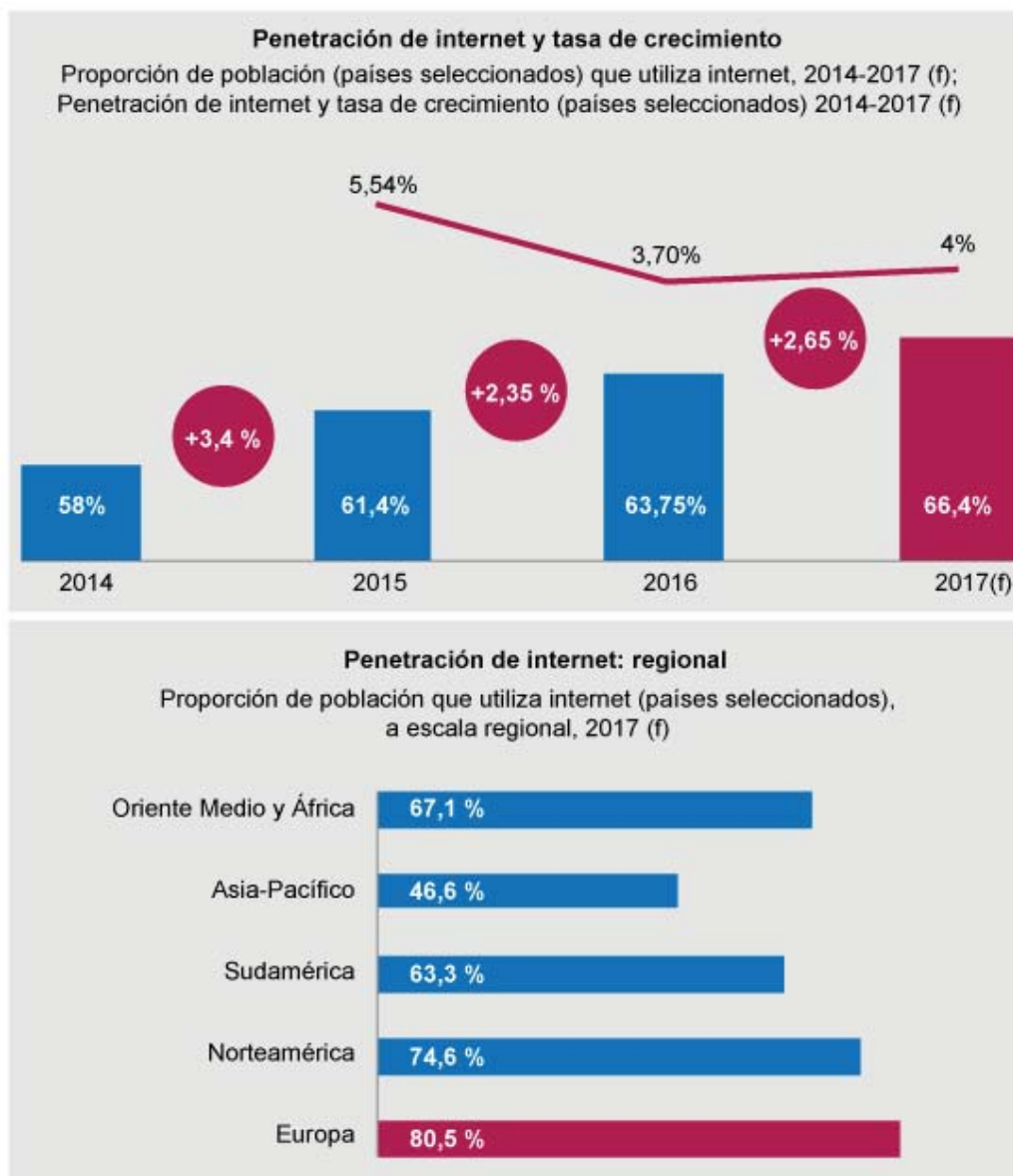
## 2. Inteligencia artificial: sistemas recomendadores y modelos predictivos

El término *internet of things* (abreviado generalmente IoT) se refiere al envío de datos entre dispositivos y/o máquinas para mejorar la ejecución de la cadena de suministro.

La continua y creciente penetración de internet en los hogares (llegando al 66,4 % de media mundial en el año 2017) habilita la evolución del *eCommerce* gracias al paradigma del «internet de las cosas» hacia plataformas inteligentes que

ofrecen servicios más aptos a los perfiles de sus clientes. En consecuencia, permite conocer mejor la potencial demanda e incluso predecir los niveles de inventario que harán falta para garantizar la calidad de servicio de la misma.

Figura 3. Penetración de internet



Fuente: [www.ecommercefoundation.org/reports](http://www.ecommercefoundation.org/reports)

El IoT permitirá unas operaciones más eficientes combinando sensores, cámaras, máquinas, *software*, bases de datos e internet para conectar el mundo físico y el mundo digital, extrayendo información en tiempo real. Este entramado de dispositivos permitirá: mejorar los *inputs* para la cadena de suministro que facilitará la automatización y gestión de datos para realizar posteriores análisis predictivos o prescriptivos, reduciendo los errores humanos; crear alarmas para mejorar la seguridad; monitorizar procesos complejos; optimizar rutas y entregas de una forma

automática; posicionar y planificar inventarios (sobre la base de la demanda); controlar la cadena de frío y la trazabilidad de los productos, etc.

La consultora Gartner estima que en 2020 habrá 26.000 millones de dispositivos conectados a internet que generarán, aproximadamente, 300.000 millones de datos. Hay que reflexionar con cuidado sobre esta gran cantidad de datos que, muy probablemente, crecerá exponencialmente: sobre dónde y cómo guardarlos, cuánto tiempo, cómo y cuáles tendrán que ser gestionados, cuáles habrá que tener de forma instantánea, cómo se garantizará la seguridad de estos datos, cómo se hará su integración, qué infraestructuras de red se necesitarán, etc. Recoger, guardar y analizar toda esta información requerirá diferentes procesos, habilidades y tecnologías. En un futuro inmediato, adquirir estas habilidades y tecnologías será clave para que una empresa esté en condiciones de competir en los dos ejes diferenciadores de la cadena de suministro: calidad en el servicio y eficiencia.

De la gestión de la gran cantidad de datos que se generan actualmente se deriva el término *big data*, utilizado para describir la información almacenada en las bases de datos, tanto de una forma estructurada (como por ejemplo la información de un sistema de gestión de almacenes) como desestructurada (como por ejemplo los datos de las redes sociales o de un *call center*).

Se calcula que el 90 % de los datos mundiales han sido creados solo en los dos últimos años y su crecimiento, como ya se ha dicho antes, es exponencial. Estos datos por sí solos no sirven para nada. Por lo tanto, hace falta discernir la información relevante de la que no lo es para poder convertirla en mejores decisiones que optimicen la cadena de suministro. También existe información aparentemente no útil que, con la tecnología adecuada, nos puede ayudar a establecer patrones y relaciones para poder modelar mejor la demanda y planificar eficazmente las operaciones. Es en este punto donde la inteligencia artificial está tomando cada vez más relevancia para poder automatizar el tratamiento de estos datos con sistemas capaces de «autoaprendizaje» que puedan afinar, con el tiempo, los análisis y optimizar las respuestas.

## 2.1. Sistemas recomendadores

Muchas plataformas de *eCommerce* utilizan recomendadores para ayudar a sus clientes a encontrar productos durante el proceso de compra. Un sistema recomendador aprende del cliente y sugiere qué productos encontrará que se adapten mejor a sus necesidades de entre todos los productos disponibles.

Por ejemplo, el sistema recomendador de Amazon se basa en las compras anteriores del cliente, otros productos existentes en el carro de la compra, artículos que el cliente ha marcado como favoritos con anterioridad, o artículos que clientes

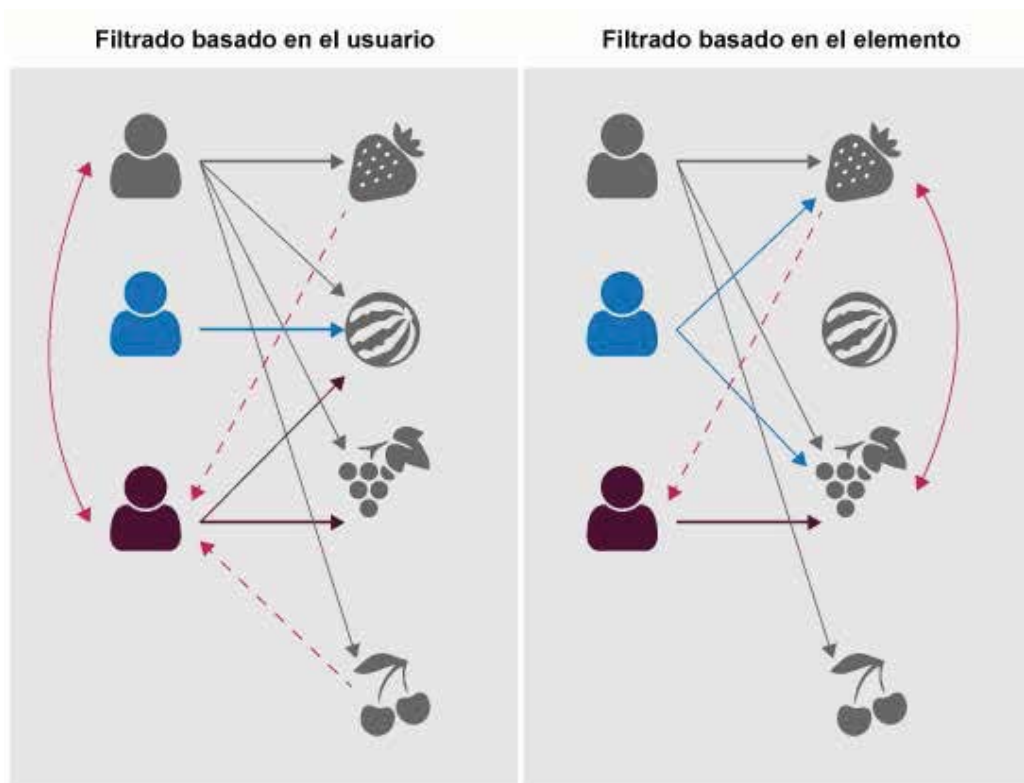
con similares patrones de conducta han marcado como interesantes durante su proceso de compra o han acabado comprando. La metodología consiste en construir grupos de productos en función de la relación existente entre los artículos. Cuando el cliente hace una compra, Amazon le recomendará otros artículos que pertenecen al mismo grupo del artículo comprado. Esta proximidad puede ser definida por categoría, uso, precio... y los candidatos propuestos se pueden observar en las zonas llamadas «artículos ver», «clientes que han visto este artículo vieron también...» o «frecuentemente comprado juntos».

La lógica de los recomendadores se basa en realizar nichos o «clústeres»; por un lado, de productos a la venta y, por otro lado, de grupos de usuario con interés parecido.

La pertenencia a cada uno de estos clústeres se basa en la correlación estadística de cada elemento que compone el grupo. Cada elemento se parametriza en campos que se van poblando con el histórico de compras, como por ejemplo precio, categorías de uso, zona geográfica con mayor venta, etc.

Cuando un cliente efectúa una compra de un nuevo producto, esta compra lo acerca a uno de estos nichos por vecindad a productos similares. En consecuencia, recibirá la recomendación de los productos del mismo clúster.

**Figura 4. Concepto gráfico de sistema recomendador**



Fuente: <http://www.riveriq.com/2017/01/recommendation-engine-content.html>

Asimismo, los recomendadores analizan el patrón de conducta del cliente y lo clasifican en nichos de clientes parecidos para recibir recomendaciones de compras antiguas de estos clientes «homólogos».

Se estima en un 12 % la aportación de ingresos debido a los sistemas de recomendación, optimizando a la vez la conversión de visita a venta, con un factor multiplicador de 5,5 veces más grande hacia los clientes que no van a interactuar con recomendaciones. Comparados con sistemas de publicidad anteriores, los nuevos recomendadores son 1,7 veces más efectivos.

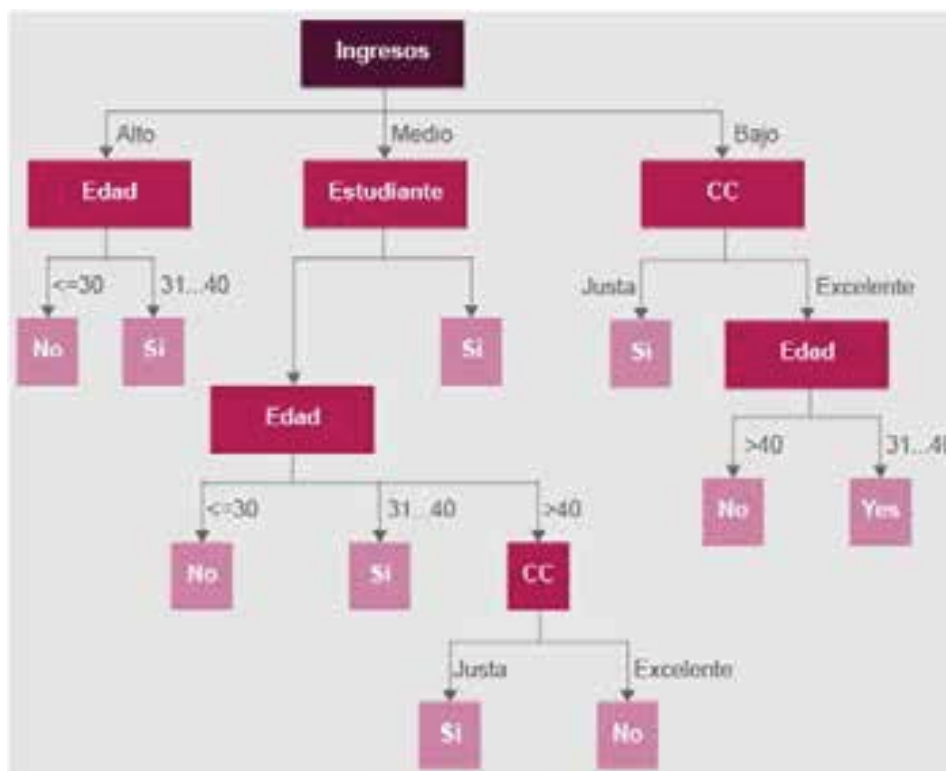
## 2.2. Modelos predictivos

Otra funcionalidad de la inteligencia artificial son los modelos predictivos que acercan el inventario a la demanda. Así, por ejemplo, Amazon, el gigante de Estados Unidos, entre otras patentes ha generado el método conocido como «envío anticipado» a la compra del cliente, mediante el cual balancea inventario entre centros de distribución cercanos al cliente, a partir de órdenes anteriores y otros factores que pueden indicar una alta probabilidad de la materialización de la compra. Esta parametrización se basa en el estudio del histórico de transacciones de otros clientes y de sus perfiles, del cual se identifica una cadena de sucesos. Es decir, es un modelo predictivo que aprende del histórico de información, y asigna altas probabilidades al hecho de que vuelva a suceder algo en función de su frecuencia de aparición en el pasado. Si un cliente está reproduciendo un patrón similar que ha sucedido en el pasado, habrá muchas probabilidades de que acabe desembocando en el mismo final: la compra. Esta predicción permite anticiparse a la compra empezando a mover inventario en función de los productos por los cuales se interese un cliente. También se puede llevar a otros ámbitos (comunidad, región o país) dependiendo de los patrones de conducta que se puedan identificar entre los datos existentes.

Los mecanismos para aprender de datos históricos «se entrenan» y automáticamente se comprueba su fiabilidad. Por ejemplo, se puede destinar un 70 % de información histórica para hacer que el modelo predictivo «entrene y aprenda». Cuando hay ciertos patrones detectados, se comprueba la eficacia con el 30 % de datos históricos restante; como se conoce el resultado final, pues se trata de sucesos del pasado, se puede contrastar si el resultado del modelo predictivo es correcto y el porcentaje de eficacia.

Gráficamente, el modelo predictivo de estructuras complejas de datos se puede representar con árboles de decisión donde cada rama, desde la raíz hasta un nodo final, respondería a un patrón con cierta probabilidad de éxito, medida por la cantidad de sucesos ocurridos en el pasado que siguen la rama en cuestión.

Figura 5. Árbol de decisión usando un diagrama de flujo



Fuente: adaptación de <https://www.edureka.co/blog/decision-trees/>

En la figura 5 se puede observar un modelo predictivo de compra de un cliente en función de parámetros más propios del individuo como la edad, si es estudiante o no, calidad financiera otorgada por la entidad de crédito y nivel salarial. Los nodos constituidos se convierten en frecuencia de aparición sobre la base de datos histórico, construido en el mencionado entrenamiento y validado con datos históricos no utilizados durante la generación de la lógica del modelo predictivo.

Este árbol de decisión sirve para establecer patrones de bajo qué premisas habrá probabilidad de demanda en una zona. Esto permite acercar inventario a los casos de clientes parecidos en cuanto a estos parámetros.

Estos modelos permiten tomar acciones de marketing y de publicidad hacia un cliente que cumple ciertos patrones que apuntan a una muy alta probabilidad de compra, ofreciéndole un último mensaje publicitario que pueda ayudar a materializar, en forma de compra, las interacciones del usuario con la plataforma web.

Amazon también se hace con las preferencias y hábitos de los clientes; en la anticipación de envío se intenta predecir qué querrá el cliente y enviarlo automáticamente previamente a su compra o petición. Gran parte de las compras son redundantes y, en caso de productos de primera necesidad, los patrones predictivos son robustos debido a las altas probabilidades asociadas a la repetitividad, lo que permite a Amazon asumir riesgos de inventario acercando los productos a los clientes cuando lo determinan estos patrones. Desgraciadamente, esta informa-



ción también se puede usar para ajustar precios y jugar con la oferta y la demanda, o bien para decidir qué productos son aptos para promociones y cuáles otros pueden ser excluidos para poder sacar más margen.

**Figura 6. Captura de patente Amazon anticipate**



Fuente: elaboración propia a partir de Predictive Analytics Times

### 3. Nuevos sistemas de entrega al cliente.

#### Sistemas de entrega automatizados

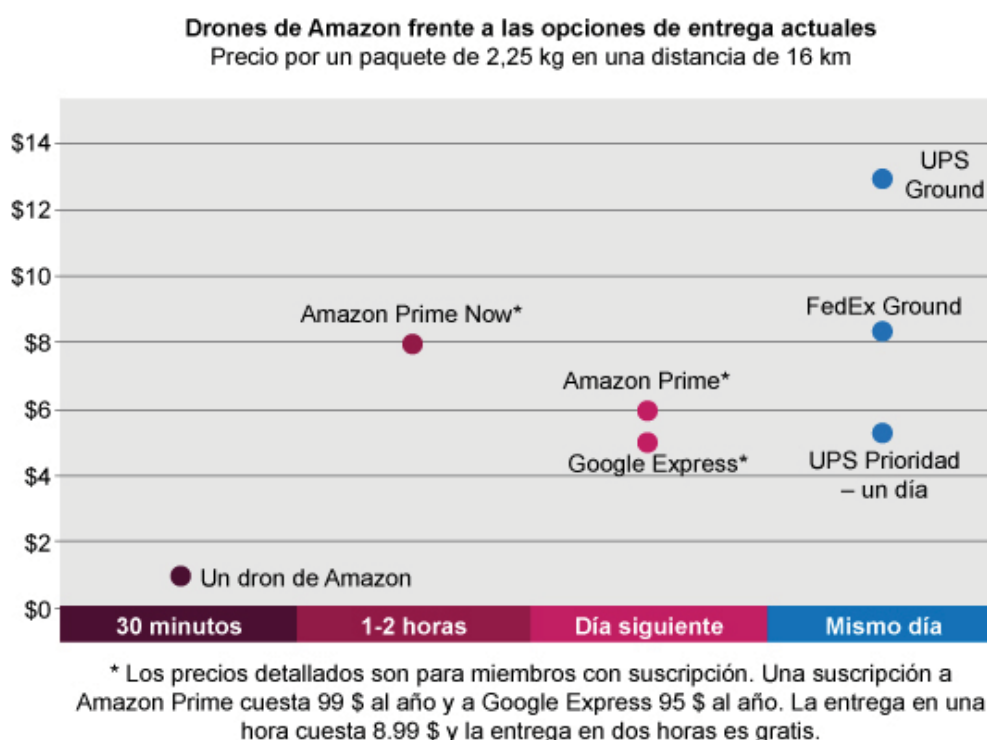
La posibilidad de automatizar los procesos logísticos permite incrementar la productividad y reducir los costes de mano de obra de una forma sensible, además de incrementar la seguridad, mejorar la calidad y acortar plazos. A lo largo de la cadena de suministro, se pueden automatizar desde procesos de *picking* o de entrega al cliente hasta el análisis y gestión de datos.

Así como la robotización de las tareas de almacén hace años que empezó, la automatización de la entrega al cliente es una tecnología bastante novedosa. McKinsey publicó un estudio hace unos meses en el que pronosticaba que, en el año 2025, el 80 % de las entregas de *eCommerce* se harían mediante vehículos autónomos, incluyendo drones (por zonas rurales).

En estos momentos, los vehículos autónomos están en pleno desarrollo y todavía no es posible su uso para el transporte de mercancías; en cambio, la entrega a través de drones ya ha hecho el primer gran paso: el 14 de diciembre de 2016, se hizo la primera entrega comercial a través de un dron. Hizo falta 13 minutos desde el clic del comprador a la entrega al cliente, en Cambridge (Reino Unido).

Otros estudios recientes corroboran que el 79 % de los clientes estadounidenses muy probablemente pedirían entrega mediante drones, de los cuales un 73 % estaría dispuesto a pagar un extra de 10 dólares por las ventajas que este tipo de entrega les ofrece.

**Figura 7. Comparación del precio de entrega mediante dron frente a sistemas de distribución actuales**



Fuente: <https://www.flexport.com/blog/drone-delivery-economics/>

Además de la aceptación creciente, otro aspecto que hay que tener en cuenta es la regulación del uso de esta tecnología, que tiene mucha diversidad de criterios: por ejemplo, mientras que actualmente la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos restringe el vuelo de artefactos no tripulados y no permite el vuelo si no hay visión directa, en el Reino Unido hay normas más flexibles que permiten realizar pruebas de larga distancia.

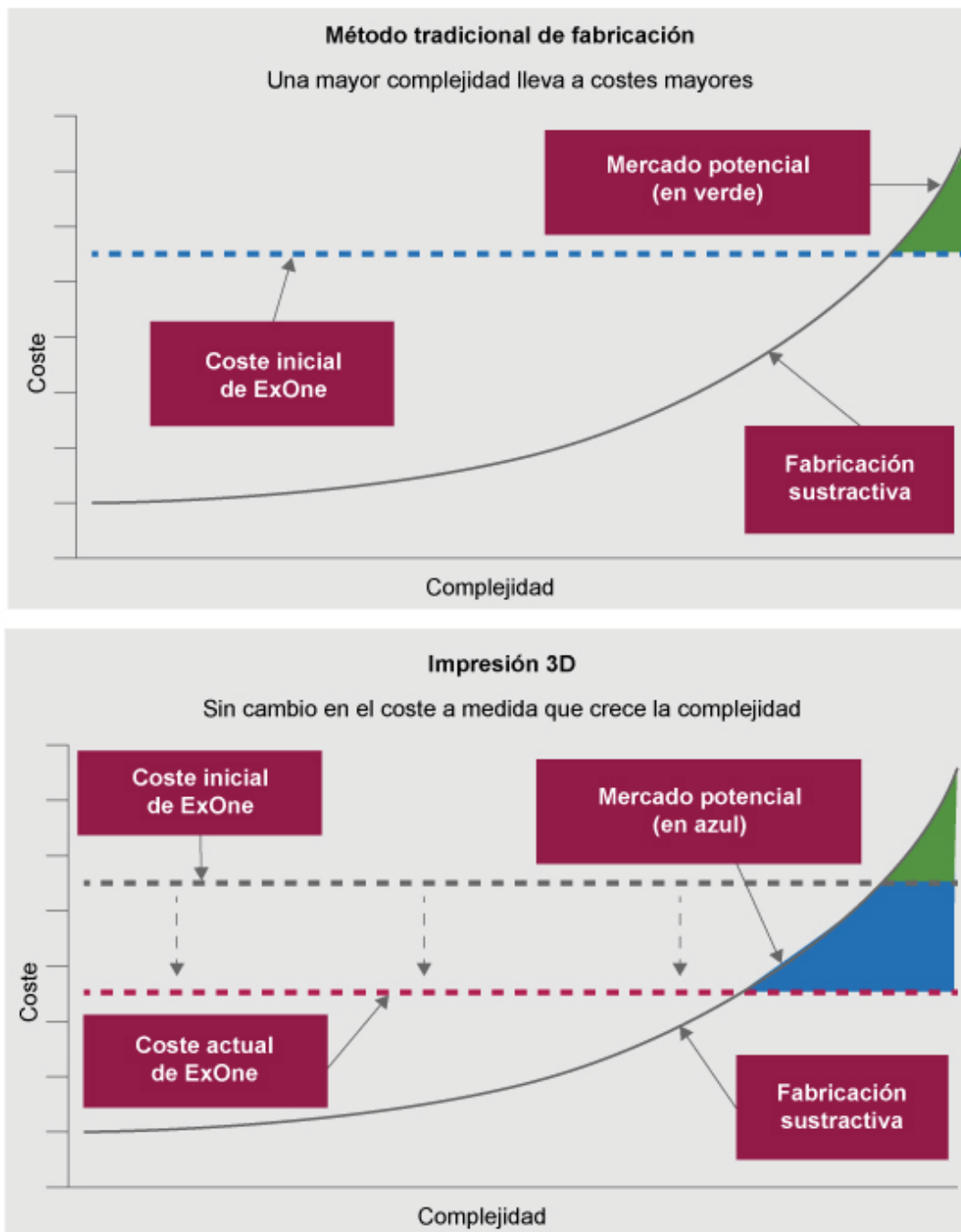
### 3.1. 3D printing

La visión más ambiciosa posiciona a la impresión 3D en un sustitutivo de las técnicas de manufactura tradicionales. No obstante, los costes de producción unitarios son difíciles de confrontar con las inversiones requeridas y/o el tiempo de producción ofrecidos por la impresión 3D. Más a corto plazo, la impresión 3D empieza a



irrumper en industrias especializadas en producción de elementos complejos y/o personalizados. En estos segmentos se empiezan a experimentar cambios en políticas de inventario y transporte. Concretamente, se experimenta un giro hacia la producción bajo demanda cerca del punto de entrega, reduciendo consecuentemente los niveles de inventario en centros de distribución intermedios.

**Figura 8. Comparación de costes entre industria tradicional e impresión 3D**



Fuente: Kholoudabdolqader <https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3A3dvstra.png>

Este nuevo paradigma de producción bajo demanda puede cambiar las dinámicas entre productores y vendedores posicionando como actores clave a los proveedores logísticos. Los proveedores logísticos cuentan con una proximidad al cliente final que permitiría capturar las necesidades para la producción 3D y la personalización de los bienes a imprimir, pasando de almacenar y mover inventario a imprimir inventario en 3D según las necesidades del cliente final. Un híbrido entre centro tecnológico, punto de manufactura y de venta que exime al cliente y al distribuidor de los riesgos que comporta gestionar inventario.

A pesar de que la producción clásica está altamente descentralizada en ubicaciones caracterizadas por contar con costes reducidos, la gestión de la logística de la cadena de suministro global puede presentar hándicaps en este sentido debido a las tendencias alcistas en cuanto a costes asociados al transporte en los últimos tiempos. Entre otros muchos, en esta vertiente también el *3D printing* ofrece un gran potencial.

En todo caso, la impresión 3D ya es una realidad: además del uso muy extendido en los prototipos, empieza a extenderse ampliamente en el mercado de recambios. Este es el caso de Daimler AG (fabricante de los vehículos Mercedes, Smart, Mayback), que ofrece piezas de repuesto en todo el mundo a través de esta tecnología con plazos de entrega mucho más cortos.

## Conclusiones

Existe en la actualidad una serie de tecnologías con una creciente relevancia dentro de la cadena de suministro: sistemas autónomos, *3D printing*, *internet of things* (IoT), inteligencia artificial y *blockchain*.

Su adopción y evolución requerirá de inversiones por parte de los diferentes actores de la cadena de suministro. Inversiones centradas no solo en el desarrollo o la adquisición de la tecnología, sino también en la redefinición de los procesos con los que las nuevas tecnologías interactuarán, transformando así la gestión de negocio. Se inicia una nueva etapa de transformación tecnológica con el objetivo de añadir valor a la experiencia del usuario en el proceso de compra mediante el logro de la excelencia operacional, personalizando servicios y productos, así como sus tiempos de entrega y la medida de lotes de compra.

Cualquier adopción tecnológica requerirá de un grado superior de especialización por parte de un sector que se caracteriza por una cierta rigidez, fruto de su elevado volumen de negocio, y por un fuerte enfoque operacional.

Asimismo, será necesaria la creación y la introducción de nuevos estándares para poder habilitar la adopción de tecnologías y su futuro crecimiento de una manera normada.

## Datos de interés

- En 2025 el 80 % de los paquetes B2C serán entregados por vehículos autónomos, incluyendo drones, en zonas rurales (McKinsey).
- IDC Manufacturing Insights prevé, a finales del año 2020, que el 50 % de todas las cadenas de suministro tendrán la capacidad de habilitar envíos directos a clientes finales y/o entrega a domicilio.
- La tasa de entrega fallida se sitúa en España entre el 20 % y el 30 %, según el *Libro Blanco de la Logística* de Adigital.
- Según una encuesta realizada en 2017 a doscientos directivos de la cadena de suministro de empresas de distribución norteamericanas, el 83 % consideraba que la experiencia de cliente tenía que ser uno de los ejes principales de su estrategia, pero, en cambio, un 66 % consideraba que no tenía las soluciones tecnológicas adecuadas para afrontar este reto, y un 79 % decía que la eficiencia era todavía el principal objetivo o uno de los principales (ETF-Convey).

## Referencias bibliográficas

- AGRAWAL, A.; GANS, J.; GOLDFARB, A.; (2017). «How AI will change strategy: a thought experiment». *Harvard Business Review*. <hbr.org>. H03XDI.
- AHMED, S.; LIU, H.; WANG, S.; YANG, S. (2015). *Showcasing Work by Amazon.com on Recommender System*. CS 548 Spring 2015 Web Mining Showcase. Worcester Polytechnic Institute.
- BUDET, J.; PÉREZ, A. (2018). «La logística como fuente de valor añadido al eCommerce». *Oikonomics*. N.º 9
- CECERE, L. (2017). «Digital Transformation: It Takes a Village». *Supply Chain Shaman*.
- CECERE, L. (2017). «If Only There Were More Choices». *Supply Chain Shaman*.
- JOERSS, M.; SCHRÖDER, J.; NEUHAUS, F.; KLINK, C.; MANN, F. (2016). *Parcel delivery: the future of last mile*. McKinsey & Company.
- KIM, H. M.; GHIASI, B.; SPEAR, M.; LASKOWSKI, M.; LI, J.; (2017). «Online serendipity; The case for curated recommender Systems». *Business Horizons*. Vol. 60, n.º 5, págs. 613-620.
- ORIOL, A. (2017). «Will you be a Supply Chain Disruptor or the Disrupted?». *CSCMP Quarterly*.
- SAAR-TSECHANSKY, M. (2014). «Clustering Analysis; Data mining for Business intelligence». Teaching notes. McCombs School of Business. The University of Texas. Austin.

- WALKER, R.; JIWANI, R. (2016). «Reinventando el comercio electrónico: La apuesta de Amazon por el reparto de mercancías con vehículos no tripulados». Northwestern Kellogg School of Management. KEL931.
- YEN, B. (2016). «The internet of things (IOT): Shaping the future of e-commerce». ACRC The University of Hong Kong Asia Case Research Centre. HK1063.



**Xavier Budet Jofra**

**[xbudet@uoc.edu](mailto:xbudet@uoc.edu)**

**Profesor colaborador del máster de  
Dirección de operaciones y logística integral  
(UOC)**

Ingeniero industrial superior por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona (UPC). MBA por ESADE (Barcelona) y CSCP por Apics (Estados Unidos). Actualmente es director de Logística- Canal Online en La Sirena Alimentación Congelada S.L.U. También es profesor colaborador, tutor de proyectos en estudios de grado y máster relacionados con la cadena de suministro y autor de publicaciones de la UOC.



**Alexis Pérez Gómez**

**[aperezgomez3@uoc.edu](mailto:aperezgomez3@uoc.edu)**

**Profesor colaborador del máster de  
Dirección de operaciones y logística integral  
(UOC)**

MBA por ESADE (Barcelona y McCombs Austin, Texas). Ingeniero industrial superior por la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Gerona. Ingeniero técnico en Informática de Sistemas por la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Gerona. Actualmente, es responsable de producción, abastecimiento de material y calidad de la actividad de reparaciones y apoyo al cliente de Europa, Medio Oriente y África en HP Inc. También es profesor colaborador, tutor de proyectos en estudios de grado y máster relacionados con cadena de suministro y autor de publicaciones de la UOC.

Los textos publicados en esta revista están sujetas –salvo que se indique el contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozcáis los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.ca>.



# OIKONOMICS

Revista de economía, empresa y sociedad

NUEVOS PARADIGMAS DE PRODUCCIÓN

## Fabricación aditiva y transformación logística: la impresión 3D

**José López Parada**

Profesor colaborador de los Estudios de Economía y Empresa (UOC)

**RESUMEN** La fabricación aditiva, realizada mediante procesos de impresión 3D, ha tomado gran importancia en algunos sectores de la industria. Esta tecnología, que cuenta actualmente con fuertes planes de investigación e innovación, puede reducir enormemente la complejidad actual en los procesos de fabricación con ventajas adicionales sobre las técnicas de producción convencionales, y también en las actividades logísticas existentes en cada uno de los integrantes de la cadena de suministro.

**PALABRAS CLAVE** fabricación aditiva; impresión 3D; cadena de valor; cadena de suministro, transformación logística

*Additive manufacturing and logistics transformation: the evolution and impact of 3D printing*

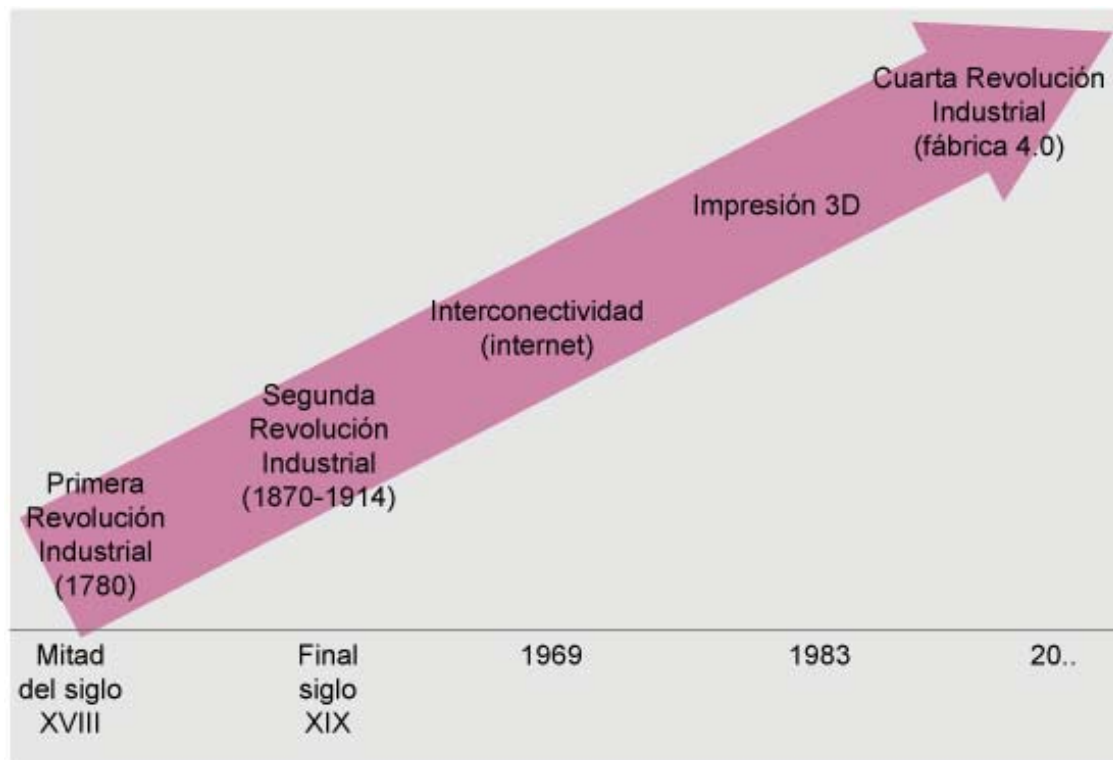
**ABSTRACT** *Additive manufacturing, performed by 3D printing processes, has gained great importance in certain industrial sectors. Now the subject of significant research and innovation plans, This technology can drastically reduce the current complexity involved in manufacturing processes, with additional advantages over conventional production techniques, as well as in the existing logistics operations at each stage of the supply chain.*

**KEYWORDS** *additive manufacturing; 3D printing; value chain; supply chain; logistic transformation*

## Introducción

A lo largo de la historia, la industria ha sufrido grandes revoluciones; a finales del siglo XVIII fue la máquina de vapor la que arranca el proceso con la primera; un siglo después, la disponibilidad de energía eléctrica inicia la segunda; la tercera aparece a mediados del siglo XX con la llegada de la electrónica y la interconectividad mediante internet. En los últimos años, se está iniciando un proceso en el que serán los robots integrados los responsables de una transformación radical, a la cual se la denomina cuarta revolución industrial.

Figura 1. Revoluciones en la industria a lo largo del tiempo



Fuente: elaboración propia.

Es tal la importancia de este tema, que ha sido ampliamente tratado en la reunión del World Economic Forum 2018, que se celebra en Davos.

Vivimos en un mundo donde aparecen constantemente nuevas tecnologías en una evolución permanente: conectividad móvil, internet de las cosas (IoT), robótica de inteligencia artificial, así como impresión 3D, materiales avanzados, ingeniería



genética, nanotecnologías, que, combinadas y conectadas, transformarán los sistemas de producción con una velocidad y un alcance sin precedentes.

En el presente artículo se analiza la transformación logística de la fabricación 3D. Se empieza describiendo un nuevo paradigma en el proceso productivo: la fabricación aditiva, mediante la utilización de tecnologías de impresión en 3D, la situación actual de esta tecnología, su evolución y cómo se materializarán los impactos de la misma en cambios en las cadenas de valor y de suministro de las empresas.

## 1. Nuevos paradigmas en producción: la fabricación aditiva

La primera pregunta que surge es ¿qué es la fabricación aditiva? La fabricación aditiva (en inglés, *additive manufacturing*), también denominada fabricación por adición, es un nuevo concepto que fusiona la producción en serie y la artesanal, transformando la cadena de suministro y la cadena de valor, lo que implica que la utilización potencial de este modelo productivo afectará de forma importante a la logística empresarial.

Puede definirse como un proceso a través del cual el material, que puede ser plástico o metal, será depositado mediante capas de forma controlada en los puntos en que este es necesario. Con esta técnica, que se conoce comúnmente como «impresión 3D», se fabrican objetos con formas geométricas personalizadas según las necesidades de los clientes.

Si se compara con las técnicas de fabricación tradicionales, esta tecnología modifica el concepto de fabricación, pasando de cortar o moldear las formas, reduciendo o eliminando materiales, al de combinar materias primas de forma más precisa y versátil. Además, al utilizar únicamente el material necesario para la fabricación de la pieza, no se generan deshechos, los componentes tienen un coste menor y se produce de manera más sostenible.

¿Cómo trabaja exactamente la fabricación aditiva? Puede desglosarse en cinco procesos básicos:

1. El primer paso es crear un modelo 3D del objeto que se desea imprimir. Este modelo se realiza mediante un *software* de diseño (CAD) o mediante técnicas de ingeniería inversa realizando un escaneado del objeto.
2. El fichero CAD se convierte a un formato que defina la geometría de objetos 3D (generalmente, un formato Standard Triangle Language). El archivo se divide digitalmente en capas.
3. La tercera etapa requiere la transferencia del archivo STL y la configuración de la máquina. Para imprimir de manera económica, es decir, maximizar el ahorro de costes y reducir el desperdicio de material, debe verificarse el correcto posi-

- cionamiento y el adecuado tamaño del objeto en la plataforma de construcción. Normalmente, se imprimen varias partes de una vez.
4. En el cuarto paso, la máquina, que únicamente está controlada por el computador, construye el modelo capa a capa. El grosor de cada capa determina la calidad final y depende de la máquina y del proceso.
  5. Después de construida la pieza y pasado el período de enfriamiento y seguridad, el modelo se puede quitar de la máquina. Pueden ser necesarios procesos adicionales, como la limpieza, el pulido, la pintura y el acabado de la superficie según el estándar deseado. Esto puede implicar el uso de otras máquinas y herramientas.

Algunas ventajas que ofrece el modelo de fabricación aditiva:

- Mayor capacidad de diseño. La tecnología permite que los ensamblajes puedan imprimirse en un proceso y que las formas orgánicas se puedan producir fácilmente, reduciéndose o eliminando las limitaciones tradicionales de fabricación.
- A diferencia de muchas técnicas de fabricación ampliamente utilizadas, como el moldeo por inyección, no se requieren herramientas.
- Fabricación en cualquier lugar. Las piezas pueden enviarse digitalmente e imprimirse en hogares o lugares cercanos a los consumidores, lo que reduce los requisitos y la dependencia del transporte.
- En comparación con las técnicas convencionales con más limitaciones geométricas, la fabricación aditiva puede producir modelos de forma muy rápida, en horas.
- Utilización de menos recursos para las máquinas y reducida mano de obra cualificada, en comparación con la fabricación convencional.
- Personalización del producto. En especial, es de gran importancia en el sector médico, donde las piezas se pueden realizar directamente para el paciente y sus necesidades individuales.
- Uso eficiente del material debido a la producción exacta de piezas y no sobreproducción en función de la demanda estimada.
- Ventaja comercial y mayor competitividad, en forma de costes y riesgos reducidos, ya que el tiempo de desarrollo, desde el concepto del producto hasta la fabricación del mismo, se reduce al mínimo. La mayor parte del coste es variable, por lo que no se obtienen economías de escala.
- Eficiencia del material, al coincidir el material requerido con el material utilizado. El material de soporte y el polvo, a menudo, se pueden reciclar en la fuente y volver al sistema.
- Beneficios ambientales. Las emisiones derivadas del transporte se reducen debido a la proximidad de fabricación.

- Con un número cada vez mayor de máquinas, la impresión 3D es cada vez más asequible, mientras que las máquinas de moldeo por inyección siguen siendo relativamente caras e inaccesibles.

## 2. Situación actual de la tecnología de impresión 3D

Existe una conocida curva de maduración tecnológica, denominada Gartner Hype Cycle, que detalla las fases por las que pasa la adopción de una tecnología emergente. En esta curva puede encontrarse un punto de referencia que ayuda a determinar el futuro de la industria de la impresión en 3D.

Figura 2. Ciclo de sobreexpectación de las tecnologías emergentes



Fuente: Jeff McNeil <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AGartner\\_Hype\\_Cycle\\_for\\_Emerging\\_Technologies.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AGartner_Hype_Cycle_for_Emerging_Technologies.gif)>

En los inicios, el disparador puede ser un avance tecnológico o una necesidad de mercado. A medida que existe publicidad sobre el tema, se genera un exceso de entusiasmo que se materializa en expectativas poco realistas, aunque pueden

existir algunas empresas de éxito que utilizan la tecnología, pero no se trata de un modelo generalizado.

El *hype* continúa creciendo hasta exceder las capacidades actuales y los beneficios de esta tecnología joven pero prometedora; esto, a su vez, crea un «estado de desilusión» en el que los potenciales usuarios la descartan basándose en el hecho de que no ha estado a la altura de las expectativas del mercado. Pero una vez se ha pasado por este abismo de desilusión y las expectativas se restablecen para que coincidan con la realidad, la tecnología puede convertirse en una solución convencional.

La maduración de la impresión 3D se ajusta en gran parte a este ciclo. Concebida para formar productos capa por capa en lugar de mecanizar un bloque de materia prima o realizarlas mediante molde, la impresión 3D permitió la realización de prototipos de una forma más rápida.

La tecnología 3D nació en la década de los ochenta y vivió en relativa oscuridad, alojada en laboratorios de I+D y en talleres de trabajo, durante casi tres décadas. Más adelante, en 2014, comenzó a tener un fuerte desarrollo, especialmente en el sector médico. También, en estos años empezaron a finalizar los periodos de protección derivados de las patentes de los procesos originales de impresión, lo que permitió que llegaran al mercado versiones más pequeñas y ligeras de máquinas industriales, a un precio aceptable para el consumo. Empezaron a surgir experiencias de implantes médicos personalizados y pequeñas piezas en diversos ámbitos profesionales, realizados con equipos de reducido precio (menos de 1.500 €). Sin embargo, las expectativas no fueron todo lo brillantes que se esperaban y el mercado sufrió un proceso de estancamiento.

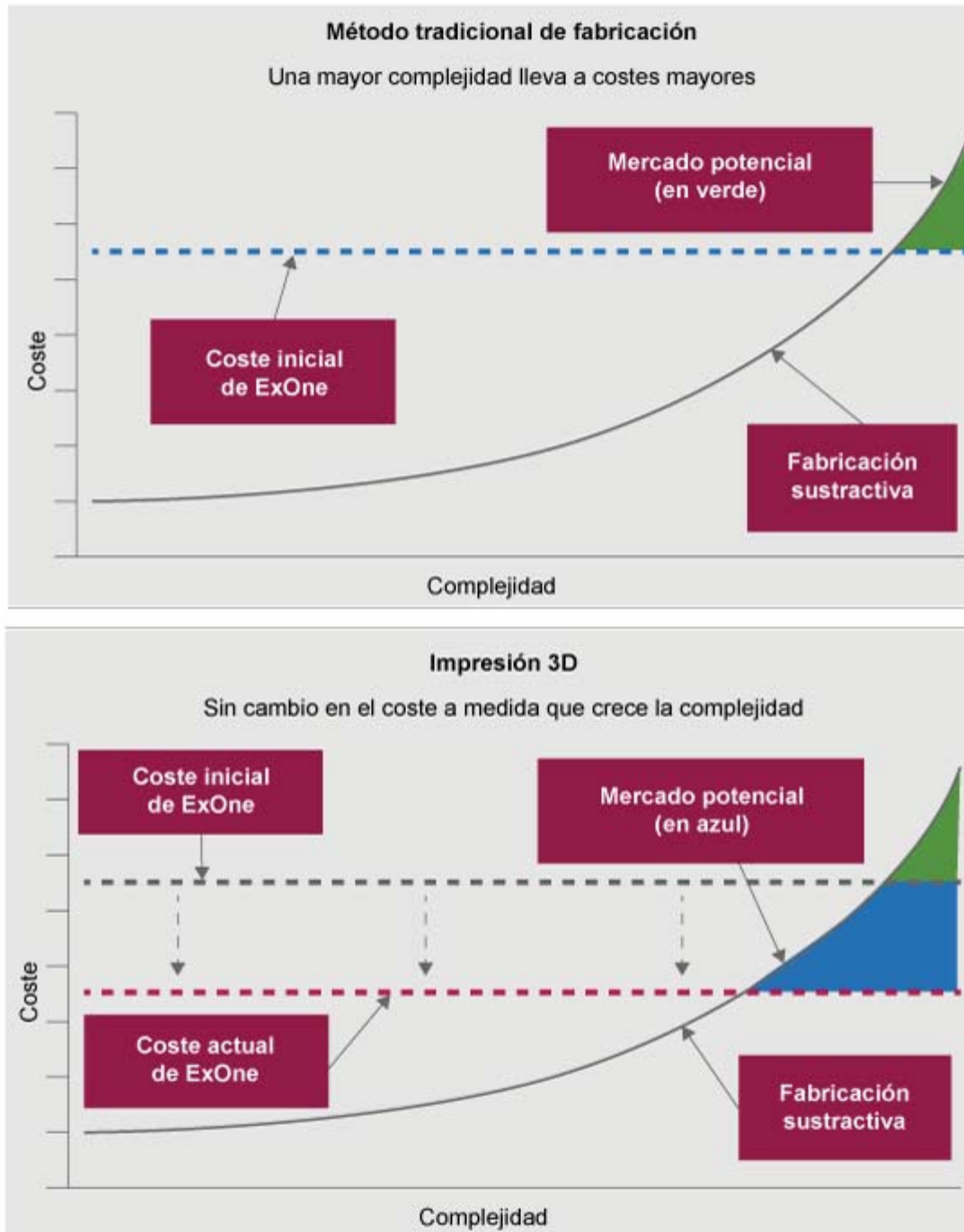
Actualmente, existe una nueva visión de las posibilidades que ofrece la tecnología 3D en aplicaciones comerciales e industriales, recuperando un nuevo impulso a partir de grandes corporaciones como General Electric (impresora láser más grande del mundo, para impresión mediante polvo de metal) y HP (equipos para entornos de fabricación a escala industrial), que están realizando grandes inversiones en el desarrollo de nuevas soluciones. En pocos meses puede generalizarse la impresión de metales.

Un aspecto a tener muy en cuenta es el actual nivel de confianza. Este se materializa en que las empresas emergentes (*startups*) de impresión 3D están obteniendo valoraciones muy positivas de la comunidad de empresas de capital riesgo, y lo más importante es que las empresas manufactureras de todos los tamaños están vigilantes a la evolución tecnológica de estas soluciones y la integran en sus planes estratégicos futuros.

En la situación actual, puede observarse una tendencia clave en el mercado, la capacidad de obtener importantes volúmenes de producción con costes aceptables. Puede verse un estudio sobre los costes unitarios según la tecnología utilizada en la figura 3, lo que determinará si realmente estos equipos formarán parte de

la cuarta revolución industrial. Los procesos productivos precisan de un mayor nivel de velocidad, precisión y confiabilidad, y las nuevas ofertas anunciadas prometen, como mínimo, una velocidad de proceso que permita competir con el moldeo de uretano y por inyección.

Figura 3. Comparación entre dos modelos



El coste de la máquina por pulgada cúbica se ha reducido un 95 % la última década  
Los costes por unidad reducidos expanden el mercado potencial de ExOne drásticamente

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3dvstra.png>



Recientemente, HP Development Company, L. P. ha entrado en el mercado con una línea de impresoras denominadas HP Jet Fusion, mediante la impresión de partes funcionales por primera vez al nivel de vóxeles<sup>1</sup> individuales, y que promete velocidades diez veces más rápidas que las tecnologías de impresión de nailon establecidas, como la extrusión y la sinterización láser. Carbon Inc., una *startup* respaldada por unos pocos cientos de millones de dólares de capital de riesgo de Silicon Valley, también posee una línea «Carbon SpeedCell™» en la que afirma que puede imprimir con velocidades de impresión cien veces mayores que las de las impresoras de resina existentes, y ha declarado públicamente sus intenciones de desplazar el moldeo por inyección con su tecnología. Otras compañías están siguiendo este camino, entre otras: Stratasys, Ltd.; 3D Systems, Inc; EnvisionTEC Inc.; Ricoh Company Ltd.; y Renishaw plc.

### 3. Evolución de la tecnología 3D

La impresión en cuatro dimensiones, también conocida como bioimpresión 4D, origami<sup>2</sup> activo o sistemas *shape-morphing*, actualmente se encuentra en periodo inicial de innovación (figura 2), utilizando las mismas técnicas de impresión 3D. Sin embargo, la impresión 4D agrega la dimensión de la transformación en el tiempo; tal vez, una mejor manera de expresarlo es que el objeto se transforma con el tiempo.

Es, por lo tanto, un tipo de materia programable, en la que después del proceso de fabricación, el producto impreso reacciona con parámetros de su entorno (humedad, temperatura, etc.) y cambia su forma a partir de los mismos. La capacidad de hacerlo surge de las configuraciones casi infinitas a partir de una resolución micrométrica, creando sólidos con distribuciones espaciales moleculares de alta ingeniería y permitiendo así un alto rendimiento multifuncional. Este tipo de deformaciones estructurales no son nuevas: el conocimiento actual ya ha demostrado propiedades de «memoria» y «material inteligente». Una de las tecnologías más populares se conoce como aleación de memoria de forma, donde un cambio de temperatura desencadena un cambio de forma. Otros enfoques utilizan polímeros

- 
1. Este término se utiliza en el modelado tridimensional, y define la parte distinguible más pequeña de un espacio tridimensional. Cada vóxel, en particular, vendrá identificado por las coordenadas de X, Y y Z de una de sus ocho esquinas, o de su centro. La palabra vóxel está basada en una contracción de la voz VOLUMEN (vox) y de ELEMENTO (el).
  2. El origami o papiroflexia es un arte que consiste en el plegado de papel sin usar tijeras ni pegamento para obtener figuras de formas variadas, muchas de las cuales podrían considerarse como esculturas de papel.

electroactivos, fluidos o gases presurizados, estímulos químicos e incluso respuesta a la luz.

La impresión 4D es un avance relativamente nuevo en la tecnología de la bio-fabricación, que emerge rápidamente como un nuevo paradigma en disciplinas como la bioingeniería, la ciencia de los materiales, la química y las ciencias de la computación.

#### 4. Principales impactos de la impresión 3D en la cadena de suministro

La impresión 3D puede reducir enormemente la complejidad en los procesos de fabricación con ventajas adicionales sobre las técnicas de producción convencionales, y también en las actividades logísticas existentes en cada una de las empresas que configuran la cadena de suministro. A día de hoy, el mayor potencial de la tecnología actual radica en su capacidad para simplificar la producción de productos y componentes complejos y personalizables. En este caso, obliga a redefinir el proceso tradicional de fabricación y suministro.

Las empresas deben analizar y evaluar si los procesos de impresión 3D pueden ser utilizados en su cadena de valor y en la cadena de suministro, pero dado que la impresión 3D implica un rápido desarrollo tecnológico, las inversiones actuales serán obsoletas en pocos años. Por ello, tiene sentido iniciar instalaciones piloto en la obtención de productos selectos, para avanzar posteriormente hacia implantaciones a escala completa, teniendo en cuenta los recursos y capacidades necesarios para obtener «la fábrica digital», mucho más basada en activos lógicos (*software*) que físicos (utillajes, moldes, herramientas), y por lo tanto mucho más configurable, adaptable y flexible.

En este ámbito, puede incluirse también a las empresas que trabajan mediante estrategias de *postponement*,<sup>3</sup> permitiendo niveles más altos en la personalización del producto, algo que tiene gran importancia tanto para los clientes industriales como para los consumidores. Al retrasar el ensamblaje final lo más cerca del punto de demanda, las empresas pueden ofrecer a los clientes acceso a una amplia variedad de opciones de personalización, permitiendo que seleccionen incluso aspectos del diseño, material, forma, tamaño, embalaje y funcionalidades del producto.

- 
3. Estrategia empresarial orientada a retrasar algunas de las actividades de la cadena de suministro hasta que la demanda del cliente se concrete, logrando tanto un mejor control de costes como una mayor velocidad de respuesta a dicha demanda.



Uno de los puntos que también tiene gran importancia en las empresas actuales es el de las piezas de repuesto, en especial relacionado con los servicios de posventa. En la actualidad, miles de almacenes están ocupados con estas piezas que dan servicio a una gran diversidad de productos. Aunque estos almacenes tienen un gran volumen de movimientos, hay muchos artículos que raramente se precisan (algunos estudios estiman que el exceso de existencias puede estar entre el 20 % y el 25 %), lo que genera, además de un coste, una gran ineficiencia en la cadena. Una de las soluciones que ofrece esta tecnología es que las empresas no procedan al almacenamiento físico de las piezas de repuesto, sino que se impriman estos componentes bajo demanda, en el lugar que se requieran, lo que permitiría lograr una amplia cobertura, una mayor disponibilidad y un reducido tiempo de entrega, que se traduciría también en una mayor satisfacción para el cliente.

En el ámbito de la logística inversa aparecen otras ventajas al generarse procesos con nulo desperdicio, ya que se consumirá solo el material estrictamente necesario y la energía imprescindible para la fabricación de esos productos, reduciendo los residuos generados y obviamente obteniendo una minoración en las necesidades de transporte y la reducción derivada en emisiones de CO<sub>2</sub>.

Algunos ejemplos actuales de la impresión 3D en la industria que permiten plasmar las posibilidades que se pueden alcanzar son: el Grupo BMW, que utiliza esta tecnología para la «optimización de topología con impresión 3D, que da a los ingenieros una libertad mucho mayor en la búsqueda de soluciones innovadoras y creativas para el diseño del automóvil»; la empresa Airbus, que anunció en septiembre del pasado año su «primera pieza de titanio impresa en 3D instalada en un avión de producción en serie»; y finalmente, la compañía naviera Maersk Line,<sup>4</sup> que ha equipado a sus buques de carga con impresoras 3D para poder producir a bordo cualquier pieza de recambio que se pueda necesitar durante la travesía.

Además, en el caso de los operadores logísticos, se genera la ventaja de poder conseguir economías de escala, creando una red propia de servicios de impresión 3D, localizada en almacenes y centros de distribución con ámbito global, actuando como un pequeño centro de fabricación (*fabshops*), de forma que las empresas puedan encargar a sus proveedores logísticos la impresión y la entrega de los pedidos de sus clientes. En esta línea, Amazon<sup>5</sup> está en proceso de petición de una patente para poder acelerar el reparto de pedidos utilizando camiones de mensa-

---

4. LNG World Shipping, Maersk and others trial 3D printing on vessels, drilling platforms (15 de diciembre de 2017).

5. *Wall Street Journal* («When Drones Aren't Enough, Amazon Envisions Trucks with 3D Printers»), 26 de febrero de 2015.

jería equipados con impresoras 3D que, durante la ruta, imprimen los productos según los piden los clientes.

A pesar de las grandes ventajas expuestas en este artículo sobre la tecnología 3D, deben también considerarse que existen ciertas limitaciones. Una de ellas es el tamaño de las piezas que está en función del propio volumen de los equipos; otra limitación es el tiempo de fabricación que, además del propio necesario en máquina, debido a la alta temperatura en la que se efectúa la impresión, precisa de un tiempo de enfriamiento para la pieza y; finalmente, el elevado precio de las impresoras (entre los 150.000 euros y los 1,5 millones de euros), además del coste de los materiales (entre cuatro y cien veces más caros que los procesos tradicionales).

## Conclusiones

De lo expuesto anteriormente se deriva que el uso de la impresión 3D ha tomado importancia en algunos sectores de la industria, contando además con fuertes planes de innovación tecnológica. El mercado de estas soluciones 3D crecerá rápidamente en los próximos años, pero a pesar de este crecimiento, no se prevé que esta producción sustituya a la producción en masa, sino que más bien se convertirá en un proceso complementario a esta; aunque sí obligará, partiendo de la simplificación, a redefinir las actuales estrategias de fabricación y de la cadena de suministro de las empresas.

## Referencias bibliográficas

- BANDYOPADHYAY, A.; BOSE, S. (2015). *Additive Manufacturing*. CRC press.
- CHUA, C. (2014). *3D Printing and Additive Manufacturing*. World Scientific Publishing.
- GARTNER (2018). *Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017*. [Fecha de consulta: 8 de enero de 2018]. <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>>
- GEBHARDT, A. (2012). *Understanding Additive Manufacturing: Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing*. Hanser Gardner Publications.
- LIPSON, H.; KURMAN, M. (2015). *La revolución de la impresión 3D*. Anaya.
- SCHWAB, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Penguin Random House.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2018). *Cuarta revolución industrial*. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2018]. <<https://www.weforum.org/es/agenda/archive/fourth-industrial-revolution/>>



## José López Parada

[jlopezpar@uoc.edu](mailto:jlopezpar@uoc.edu)

### Profesor colaborador de los Estudios de Economía y Empresa (UOC)

Doctor por la Universidad de Barcelona, licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales, ingeniero industrial por la UPC, diplomado por el IESE. Exprofesor del Departamento de Empresa de la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad de Barcelona. Exprofesor del grado de Ingeniería de Organización Industrial de la Escuela Universitaria Salesiana de Sarria, adscrita a la Universidad Autónoma de Barcelona. Ha realizado tareas directivas, entre otras, en las siguientes empresas: Softmatic (*managing director*), Digital Equipment Corporation (director de proyectos de alto riesgo) y grupo Philips (director de organización).

Los textos publicados en esta revista están sujetas –salvo que se indique el contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozcáis los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.ca>.



# OIKONOMICS

Revista de economía, empresa y sociedad

INNOVACIÓN EN PROCESOS

## **Outsourcing de las actividades logísticas. ¿Cómo generamos valor añadido?**

**Oriol Closa Noguera**

Profesor colaborador del máster de Dirección de operaciones y logística integral (UOC)

**RESUMEN** Las compañías tienden cada vez más hacia la externalización o el *outsourcing* de todas aquellas actividades que no forman parte de su *core business*, y en las que no pueden generar valor añadido debido a su falta de especialización o conocimiento específico.

En el momento de la toma de decisiones, las variables que pueden influir más en la externalización de un servicio son el valor que aporta a la actividad de la compañía, la necesidad de hacer variables los costes de gestión o estructurales y la flexibilidad operacional.

Es muy importante analizar el *outsourcing* desde todas las vertientes posibles, pero sobre todo hay que ser objetivo en la forma de estimar, económica y productivamente, los pros y contras de la decisión. Además, se debe tener en cuenta la estrategia general de la compañía, de forma que todo esté perfectamente alineado y encaje sin fisuras.

Finalmente, conviene ser muy cuidadoso con el tipo de contrato que acordamos con las empresas que ofrecen servicios de externalización logística, puesto que será la base para garantizar el cumplimiento de los objetivos financieros y productivos.

En este artículo nos centraremos en las actividades logísticas que pueden ser externalizables, los motivos de su externalización y el tipo de proveedores de este tipo de servicios.

**PALABRAS CLAVE** flexibilidad; especialización; *core business*; valor añadido; *outsourcing*; externalización

## *Outsourcing in logistics activities. How do we generate added value?*

**ABSTRACT** *Companies increasingly tend to outsource any activities that do not form part of their core business, as well as any activities that do not enable them to generate added value, due to their lack of specialization or specific knowledge.*

*When making decisions in this respect, the variables that may most influence whether a service should be outsourced are the value that the activity generates for the company, the need to make management and structural costs variable, and operational flexibility.*

*It is essential to analyse outsourcing from all possible angles but, most importantly, we have to be objective when it comes to evaluating the pros and cons of the decision from an economic and production point of view. Moreover, the company's general strategy must be taken into account to ensure that any outsourcing decisions are perfectly aligned to it, without any discrepancy.*

*Last but not least, we should take great care in terms of the kind of agreement that we reach with the companies offering logistics outsourcing services, as this will be the foundation for ensuring that we meet the financial and production objectives set.*

*In this article, we focus on logistics activities that may be suitable for outsourcing, the reasons for outsourcing these activities and the type of suppliers of this kind of services.*

**KEYWORDS** *flexibility; specialization; core business; added value; outsourcing*

## Introducción

Según el *Diccionario de empresa* de Web Finance, la externalización, o el término anglosajón *outsourcing*, es «la contratación a terceros de actividades no relevantes para liberar efectivo, personal, tiempo e instalaciones para actividades en las que

la empresa tenga ventajas competitivas». Por tanto, la subcontratación es «una situación en que una empresa utiliza otra organización para hacer algunos de sus trabajos, en vez de utilizar sus propios empleados para hacerlo».

Uno de los cambios significativos en el negocio global de hoy es la tendencia al *outsourcing*. La esencia de esta tendencia es subcontratar las actividades a compañías externas especializadas en un determinado ámbito. Esto, por un lado, ofrece a la empresa la oportunidad de proporcionar las tareas de una manera eficaz; y, por otro lado, implica recibir beneficios a partir de negociaciones y en la gestión del *pricing*. La externalización es especialmente importante en la logística, puesto que incluye muchas operaciones entre la gestión de las materias primas hasta la entrega del producto final. Las empresas tienden a externalizar todo tipo de operaciones logísticas, incluyendo el almacenamiento, la planificación, el transporte de mercancías y la logística inversa.

## 1. El proceso de externalización de las actividades logísticas

En general, todas las operaciones logísticas que se pueden externalizar se pueden dividir en tres categorías:

1. Logística física y entrega: almacenamiento, empaque y flujo físico de mercancías.
2. Logística no física (información): servicios de gestión de operaciones.
3. Logística inversa: retornos, reparaciones y depósito de devoluciones. (RMA: *return merchandise authorization*).

Cada empresa tiene que decidir cuántas y qué actividades particulares quiere subcontratar. Esta decisión se basa en la distinción entre actividades *core* (principales) y *non-core*. Las actividades *non-core* se determinan a partir de la actividad de la compañía, la volatilidad del mercado y de la especialización de los recursos internos. Principalmente, son aquellas actividades en las que una compañía no aporta valor añadido, al no tratarse de su área de negocio o conocimiento, y, en cambio, generan riesgos tanto en los costes como en los procesos estructurales. Las actividades *core* son actividades que determinan el éxito competitivo de la empresa y son relevantes porque permiten obtener un alto valor al cliente. Es por este motivo que las actividades *non-core* tienden a ser externalizadas.

En la tabla 1 podemos observar el resultado del estudio realizado durante más de veinte años sobre el porcentaje de uso del *outsourcing* en la actividad logística. Se trata de una muestra realizada por Capgemini Consulting en diferentes sectores (farmacia, automoción, moda, alimentación, tecnología, etc.) y con diferentes proveedores de servicios logísticos, actualizada en 2017.

Tabla 1. Porcentaje de subcontratación de los servicios logísticos 3PL

Servicios logísticos subcontratados	Porcentaje
Transporte nacional	86 %
Almacenamiento	66 %
Transporte internacional	60 %
Transporte de carga	44 %
Corretaje aduanero	42 %
Planificación y gestión del transporte	36 %
<i>Cross-docking</i>	34 %
Auditoría y pago de la factura de la carga	32 %
Gestión de inventarios	24 %
Gestión y cumplimiento de pedidos	24 %
Logística inversa	23 %
Etiquetaje, embalaje, montaje	22 %
Servicios de consultoría de la cadena de suministro por parte de los 3PL	19 %
Servicios de TI	17 %
Gestión de la flota	15 %
Logística de servicio de piezas	12 %
LLP/4LP	10 %
Servicio al cliente	9 %

Fuente: Langley et al., 2017, pág. 12, tabla 1.

La idea principal de servicios de *outsourcing* es que no hay que utilizar los recursos propios de la compañía para llevar a cabo las operaciones logísticas. Los proveedores de servicios pueden ofrecer una amplia gama de servicios logísticos a precios asequibles, contribuyendo de forma significativa al desarrollo y aumento de la rentabilidad empresarial, así como a la competitividad de las empresas.

Las actividades que no se deberían subcontratar son las siguientes:



1. Actividades *core* que aportan a la empresa el mayor beneficio.
2. Actividades en que la empresa está especializada y tiene una buena base de conocimientos.
3. Funciones con alto impacto por parte del cliente, porque en caso de subcontratación la empresa pierde una parte del control del *feedback* de los clientes y no tiene posibilidad de reaccionar rápidamente.
4. Actividades que son ineficientes y que actualmente causan dificultades operativas a la empresa. Es mejor resolver inicialmente todos los problemas internamente.
5. Actividades que requieren conocimientos especializados. Por ejemplo, la empresa puede tener una tecnología específica que se creó especialmente para alguna de sus actividades. Además, esta tecnología podría ser propiedad de la empresa.

En cualquier caso, hay algunas preguntas importantes que una empresa tiene que responder una vez se ha tomado la decisión de externalizar. Las principales cuestiones se refieren inicialmente a la estrategia que tiene actualmente la compañía y a los cambios estratégicos que está esperando. Es muy importante combinar y alinear la estrategia de la empresa con la estrategia del proveedor elegido, puesto que socios con diferentes objetivos no pueden tener relaciones a largo plazo.

Antes de iniciar una relación, también es esencial establecer las fronteras en la subcontratación. Después de esto, el paso siguiente importante es elegir el método de evaluación para seleccionar un proveedor y de esta manera evitar riesgos, tanto en el proceso de selección como *a posteriori*, en el rendimiento de este.

Para estimular y asegurar la asociación, todas las bonificaciones para lograr los objetivos deseables tendrían que ser discutidas con antelación, así como las sanciones por la baja prestación de los servicios contratados. Es imprescindible redactar un contrato vinculante en el que se definan las tarifas por servicio y los KPI<sup>1</sup> a partir de los cuales evaluaremos al proveedor. Se ha de elaborar también un plan de contingencia para asegurar la continuidad operacional en cualquier caso y situación.

Los KPI más comunes que se tendrían que incluir en un contrato son:

1. Producción = Unidades u órdenes de distribución movidas por hora.
2. Productividad = Unidades u órdenes de distribución por persona.
3. Costes de distribución y transporte.
4. % OTD = Porcentaje de unidades entregadas a tiempo.

---

1. KPI = *key performance indicators*.

5. % Fiabilidad del inventario = Porcentaje de fiabilidad del inventario.
6. % Incidencias = Porcentaje de incidencias en la entrega final.
7. % Capacidad de consolidación de envíos.

La última cuestión a tener en cuenta hace referencia al problema de la conexión entre las organizaciones. No solo en el ámbito de los datos informáticos, sino también en la relación entre la gestión y la administración de ambas partes.

En la tabla 2 vemos un resumen de los riesgos y oportunidades cuando analizamos la subcontratación de los servicios logísticos.

**Tabla 2. Riesgos y oportunidades de la subcontratación de servicios logísticos**

Oportunidades	Riesgos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de coste. La delegación de algunos procesos a un tercero dará lugar a una disminución significativa de los costes de inventario, transporte, almacenamiento y personal.</li> <li>• Foco sobre actividades <i>core</i> que son más vitales para una empresa.</li> <li>• Incremento de la eficiencia, la flexibilidad y la productividad.</li> <li>• Control de calidad interno.</li> <li>• Reducción de riesgos, puesto que será el personal altamente cualificado del tercero el responsable de todos los procesos y de todas las instalaciones que proporcionan los servicios contratados</li> <li>• Uso proporcionado y variable de recursos</li> <li>• Reducción de la necesidad de utilizar tecnologías propias y acceder utilizando innovaciones.</li> <li>• Ampliación de los servicios al cliente, expansión del conocimiento del mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los ahorros no realizados con posibilidades de aumentar los costes. En general, la reducción de costes es uno de los motivos principales de la externalización. Sin embargo, no significa que la empresa logre la optimización del control de costes.</li> <li>• La reducción de puestos de trabajo para los empleados propios puede provocar pérdidas de personal altamente cualificado.</li> <li>• Contractar o hacer una selección equivocada del <i>partner</i>.</li> <li>• Problemas con proveedores (rendimiento deficiente o malas relaciones).</li> <li>• Dependencia de un proveedor o ser cautivos operacionalmente.</li> <li>• Clientes no satisfechos como resultado del rendimiento incorrecto del proveedor de servicios.</li> <li>• Acceso por parte del proveedor a datos confidenciales.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## 2. Tipo de proveedores de servicios logísticos

La externalización logística contiene cinco niveles de los proveedores: del 1PL a 5PL, que se describen a continuación (Waters, 2014, págs. 158-162):

**1PL** gestiona la logística interna. En general, los representantes de este tipo son pequeñas empresas que proporcionan todos los servicios por sí mismos utilizando sus propios recursos, instalaciones y personal; es decir, utilizan sus propios recursos para gestionar toda la cadena de suministro.

**2PL** proporciona a las empresas funciones básicas necesarias, como el transporte, el manejo de materiales y el almacenamiento. Por ejemplo, contratar un operador de almacén como subcontratista para la ejecución operativa de una tarea logística y de transporte claramente definida. La organización y el seguimiento siguen siendo responsabilidades del fabricante. La relación con el proveedor solo se basa en los costes y es a corto plazo.

**3PL** realiza todo el proceso logístico y ofrece variedad de actividades especializadas. Por ejemplo, compañías como DHL Supply Chain o DB Schenker ofrecen una gestión integral de la cadena de suministros desde la recepción de mercancías, tanto locales como importadas, el almacenamiento, la monitorización del *stock* o la distribución al cliente final, incluida la logística inversa. En estos casos, el cliente contrata al proveedor para que este optimice, con recursos propios o subcontratados, todo el flujo logístico.

Los servicios básicos que ofrece un 3PL son:

- Gestión de transportes o de mercancías (incluida la tecnología, la contabilidad de mercancías y los servicios alrededor de las reclamaciones).
- Almacenamiento.
- Gestión de la distribución.
- Consolidación de mercancías.

**4PL** es un desarrollo evolutivo del 3PL. La ventaja principal del 4PL es la posibilidad de actuar en nombre del cliente. Por ejemplo, Amazon es un proveedor que, además de ofrecer los servicios de un 3PL, tiene la capacidad de integrar de forma completa el negocio de su cliente en su cadena de suministro. De este modo engloba también la venta de sus productos y la monitorización de los resultados. Servicios que ofrece un 4PL<sup>2</sup>:

---

2. El concepto de 4PL fue introducido hace apenas unos años por Andersen Consulting (1996), en la actualidad Accenture, como un integrador que reúne los recursos, capacidades

- Monitorización, planificación y optimización de cadenas de suministro.
- Integración de sistemas informáticos.
- Monitorización de pedidos dentro de las cadenas de suministro.
- Optimización del proceso de entrega.
- Evaluación de gestión dentro de las cadenas de suministro.
- Seguimiento de la calidad.

**5PL** se está desarrollando actualmente en respuesta a la aparición del comercio electrónico. El componente clave de I5PL es la informática y el uso de las TIC y el BI<sup>3</sup> como valor añadido.

Actualmente, el tipo de proveedores de servicios logísticos más populares son el 3PL y el 4PL. El 4PL gestiona una red de operadores 3PL, y así delega la ejecución de las funciones logísticas en los operadores 3PL que más se adecúen a cada caso. Ello no impide que un operador 3PL, que disponga de grandes infraestructuras, pueda ofrecer servicios de valor añadido aprovechando sus propios activos y evolucionando así hasta competir como operador 4PL.

En la práctica, hay muchos casos en los que las fronteras entre ser 3PL o 4PL son más difusas. Los operadores 3PL han tenido que mantener la competitividad ofreciendo cada vez más servicios. Y, a veces, estos pueden solaparse con lo que un operador 4PL ofrece.

En términos generales, las empresas que subcontratan parte de su logística a un 3PL obtienen potencialmente un ahorro medio de:

- Aumento del 6 % de la tasa de consolidación de pedidos.
- Aumento del 5 % en la precisión de las entregas.
- 9 % en reducciones de costes logísticos.
- 5 % en reducciones de costes de inventario.
- 15 % en reducciones fijas en estructura logística.

Hay que tener en cuenta que, incluso si la externalización proporciona un valor inicial, esto no significa que una organización pueda dejar de prestar atención al rendimiento de su propia logística. Un seguimiento próximo puede ayudar a colaborar con los proveedores para mejorar el rendimiento de forma que se beneficien ambas partes.

---

y tecnología de su propia organización y otras organizaciones, incluidos los proveedores de 3PL, para diseñar, generar y ejecutar soluciones integrales de la cadena de suministro.

3. BI = *business intelligence*.

Un operador 4PL tendría que ser independiente, al no disponer de activos físicos que rentabilizar (a diferencia de los 3PL), centrándose en conseguir la máxima eficiencia en la gestión de la cadena de suministro. El operador 4PL manejará una red de operadores 3PL y así podrá delegar la ejecución de las funciones logísticas en aquellos que más se adecúen a cada caso.

### 3. Casos de éxito y fracaso en la externalización logística

Muchas veces, el éxito o el fracaso en el cambio de modelo logístico dependen de la visión de las prioridades y, especialmente, de su integración en el plan de negocio general de la compañía.

La empresa MANGO tenía como prioridad asegurar el surtido de sus colecciones en todas las tiendas y en poco tiempo, sin roturas de *stock* y gestionando los excedentes, especialmente en la zona de las islas Canarias.

Las necesidades que se generaron para conseguir el objetivo de la compañía fueron las siguientes:

- Externalizar actividad logística de gestión y almacenamiento; de esta manera se especializaba una función con el objetivo de mejorar la productividad, variar costes y tener un mejor control sobre el proceso.
- Almacenamiento del excedente de temporada.
- Gestión y control del excedente.
- Realización de servicios de distribución física entre la totalidad de la red de puntos de venta y *outlet* de Canarias.

Los resultados conseguidos en este caso fueron los siguientes:

- Reducción del coste logístico vinculado a la gestión de inmovilizado y recursos implícitos de una actividad logística propia en un 15 %.
- Almacenamiento en centros logísticos tinerfeños y Las Palmas, según la procedencia de las expediciones, sean de establecimientos de la provincia correspondiente, con el subsiguiente impacto en costes de transporte y plazo de entrega en las tiendas.
- Control de la logística inversa procedente de los puntos de venta de todas las islas.

También tenemos casos en que los pequeños detalles o la gestión, quizás apresurada, comporta un mal resultado derivado de la externalización de los servicios. Si el *outsourcing* es aplicado de forma errónea, se corre el riesgo de fracasar en el intento y poner incluso en peligro la existencia de la propia compañía.

Por ejemplo, bajo instrucciones del responsable de la compañía en Estados Unidos, una manufacturera del sector del *retail* cambió a un modelo de *outsourcing* de forma completa todas las actividades de logística. La razón que se utilizó para justificar esta decisión fue el cambio de mentalidad de los clientes. Dado que la mayoría de clientes estaban solicitando entregas más pequeñas y frecuentes, pensaron internamente que no tenían suficiente experiencia para implementar una organización *just in time* y que, si se implementaba de forma errónea, se incrementarían los costes. La decisión de buscar a un tercero como proveedor de este servicio se dio de forma muy rápida, y la compañía tuvo que buscar proveedores, firmar el contrato, transferir la actividad y pasar a un estado operativo en menos de seis meses. Pronto, tras la firma del contrato, las cosas empezaron a salir mal porque el proveedor no cumplió las expectativas. Los pedidos eran entregados con mucho retraso, incluso algunos no se llegaban a entregar nunca, y el inventario caía rápidamente.

El impacto que se generó afectó tanto a los costes logísticos como, sobre todo, a las ventas de producto. Los clientes estaban molestos por el bajo nivel de servicio recibido y empezaron a comprar a otros proveedores.

En este caso, aunque en el contrato firmado inicialmente se hubieran incluido penalizaciones en caso de no cumplir con los servicios contratados, la aplicación de estas penalizaciones no conseguiría nunca compensar el impacto sobre la «supervivencia» de la compañía. Por tanto, es imprescindible tratar la migración de un modelo logístico como un proyecto con todas sus fases de estudio, definición de procesos, plan piloto y seguimiento de resultados. Y, sobre todo, es necesario un PLAN DE CONTINGENCIA que asegure el nivel de servicio esperado por los clientes, sea cual sea nuestra situación interna.

## Conclusiones

La externalización logística es una tendencia mundialmente consolidada que atrae a las empresas por sus numerosas ventajas y posibilidades. Las principales razones del *outsourcing* son la reducción de costes y riesgos, la posibilidad de centrarse en las actividades de mayor valor añadido, la mejora de la calidad y la mayor eficiencia, flexibilidad y productividad.

Actualmente, las empresas pueden elegir cualquier tipo de proveedor, desde el más sencillo hasta un gran integrador que proporcione todos los servicios necesarios de acuerdo con los requisitos especificados. Los tipos más populares son los 3PL y 4PL. El proveedor 4PL actúa como integrador de proveedores de 3PL y, gracias a esto, 4PL y 3PL no son competidores sino que en muchos casos se complementan. El 3PL puede ser, por ejemplo, propietario de instalaciones de

transporte y almacenamiento; y el 4PL puede utilizarlas para generar las mejores soluciones para los clientes.

Asimismo, es esencial seleccionar el proveedor adecuado. El proceso de selección incluye la evaluación de la capacidad de respuesta del proveedor, la gestión financiera y de calidad, su reputación y la cuota de mercado. Por último, y después de iniciar una relación con un proveedor, es importante mantener una buena conexión con el socio. Por eso, la comunicación, la confianza y el contrato firmado tienen un papel importante.

## Referencias bibliográficas

- BRANCH, A. E. (2009). *Global Supply Chain Management and International Logistics*. Reino Unido: Routledge.
- CHRISTOPHER, M. (2016). *Logistics and supply chain management* (5.ª ed.). Financial Times/Pearson Education.
- CORDON, C.; HALD, K. S.; SEIFERT, R. W. (2012). *Strategic supply chain management*. Londres / Nueva York: Routledge.
- TROACĂ, V. A.; BODISLAV, D. A. (2012) «Outsourcing. The Concept». *Theoretical and Applied Economics* [artículo en línea]. Vol. XIX, n.º 6(571), págs. 51-58. <<http://store.ectap.ro/articole/734.pdf>>
- LANGLEY, J. et al. (2017). *2017 Third-Party Logistics Study. The State of Logistics Outsourcing*. Capgemini Consulting.
- WATERS, D. (2014). *Global logistics. New directions in supply chain management* (7.ª ed.). Reino Unido.

## Webgrafía

- <http://www.businessdictionary.com/definition/outsourcing.html>
- <http://www.industryweek.com/logistics/outsourcing-does-not-guarantee-superior-warehouse-performance>
- <https://www.chrobinson.com/en-us/resources/case-studies-download/toshiba-case-study/>





## Oriol Closa Noguera

oclosa@uoc.edu

### Profesor colaborador del máster de Dirección de operaciones y logística integral (UOC)

EMBA en Negocios Internacionales, máster en Logística Integral y Operaciones, máster universitario en RSC y diplomado en Ciencias Empresariales. En el campo profesional ha estado siempre vinculado a las áreas de logística y compras tanto en el ámbito nacional como internacional. Empezó en Excel Logistics como responsable de planificación Inbound, a continuación se incorporó a Nike como *team leader supply chain* en la central de Hilversum (Holanda). Ha trabajado como *service manager* en Akzo Nobel, *local supply chain manager* y *global category manager* en Gunnebo. Actualmente trabaja como director de compras en el Grupo Constant. Es profesor/colaborador en la UOC de las siguientes asignaturas: Implantación del modelo lean de negocio, Aprovisionamiento y compras, Filosofía lean de las operaciones, Logística inversa y Gestión de almacenes. Finalmente, colabora en la redacción de artículos en diarios y revistas de ámbito generalista y académico.

Los textos publicados en esta revista están sujetas –salvo que se indique el contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozcáis los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.ca>.



# OIKONOMICS

Revista de economía, empresa y sociedad

DIECINUEVE AÑOS DE INVESTIGACIÓN

## Las personas y la cadena de suministro

### Milena Gómez-Cedeño

Profesora de Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica de Panamá

### Laura Guitart-Tarrés

Profesora de Economía y Empresa (UB). Profesora colaboradora de los Estudios de Economía y Empresa (UOC)

### Shantall Morantes Guerra

Universidad Tecnológica de Panamá. Facultad de Ingeniería Industrial

### Yohana Li Zeng

Universidad Tecnológica de Panamá. Facultad de Ingeniería Industrial

**RESUMEN** La gestión de los recursos humanos (HRM) con un enfoque hacia la cadena de suministro (SC) permite a las empresas gestionar eficazmente sus cadenas de suministros. Este artículo demuestra la importancia del estudio de los recursos humanos en la cadena de suministro (HRSC) realizando un análisis en profundidad de las investigaciones en estos dos campos (HR y SC) que permite identificar sus potencialidades y sus carencias. En este sentido, se han identificado las áreas temáticas abordadas en la literatura y sus principales contribuciones, así como la existencia de lagunas en la literatura. A partir del análisis efectuado, se han localizado 53 publicaciones que destacan el potencial de la HRSC. Los resultados muestran que en los últimos cuatro años, entre 2012 y 2017, se ha dado un incremento significativo del 49 % de las investigaciones sobre HRSC.

**PALABRAS CLAVE** cadena de suministro (SC); recurso humano (HR); gestión de la cadena de suministro (SCM); gestión de los recursos humanos (HRM)

## People in the Supply Chain: 19 years of research

**ABSTRACT** Human Resources Management (HRM) with a focus on Supply Chain Management (SCM) empowers companies to effectively manage their supply chains. This article justifies the importance of the study of Human Resources in the Supply Chain (HRSC) and provides an in-depth analysis of research in these two fields, which reveals their potentialities and shortcomings. Thus, the thematic areas addressed have been identified, as well as their main contributions and the existence of gaps in the literature. From the analysis, 53 publications have been identified that highlight the potential of HRSC. The results show that, in the last four (4) years between 2012 and 2017, there has been a significant increase of 49% in HRSC research.

**KEYWORDS** Supply Chain (SC); Human Resources (HR); Supply Chain Management (SCM); Human Resources Management (HRM)

## Introducción

La gestión de la cadena de suministro (SCM) se basa en la integración de los procesos clave de negocio en el suministro de productos, servicios e información, que añaden valor, desde los proveedores hasta el usuario final. En este sentido, según Gattorna (2006), se considera generalmente que la cadena de suministro es una mezcla 50/50 entre infraestructura y tecnología (aspectos *hard* o estructurales) cuando más bien es 45/45/10, como mezcla del comportamiento humano (*soft*), la tecnología de la información y la infraestructura.

El estudio desarrollado por Fawcett *et al.* (2008), sobre los diez beneficios, barreras y puentes para lograr el éxito de la SCM<sup>1</sup>, concluye que los principales obstáculos se encuentran en los aspectos estructurales o fuertes (tecnología, información y sistemas de medición, entre otros), mientras que los problemas relacionados con las personas (como la ausencia de confianza, la aversión al cambio, la falta de compromiso, culturas incompatibles y las malas prácticas de HR) son más difíciles de solventar. Sin embargo, las personas podrían ser la clave para el éxito de la SCM y deben ser tomadas en cuenta con el mismo énfasis con el que son atendidas las principales barreras.

---

1. A través de un análisis cuantitativo y cualitativo, mediante encuestas por correo y el análisis de 51 casos en profundidad.

Giunipero *et al.* (2008)<sup>2</sup> analizan las investigaciones publicadas en un período de diez años (desde 1996 a 2006) sobre cadena de suministro (SC), evidenciando que algunas categorías son ampliamente estudiadas, mientras que existen ausencias en otras temáticas. Este es el caso de los recursos humanos (HR), ámbito que tan solo ha sido estudiado en un 2 % de las investigaciones sobre SC.

En conclusión, a pesar de que las personas podrían ser la clave para el éxito de la SCM, los recursos humanos (HR) son casi inexistentes en las investigaciones sobre SC. En esta línea, con la intención de visibilizar las potencialidades y las carencias existentes en el estudio de los recursos humanos en la cadena de suministro (HRSC), este trabajo se plantea las siguientes preguntas: 1) ¿qué áreas temáticas han sido analizadas en las investigaciones sobre SCM?; 2) ¿existen lagunas dentro de la literatura?; 3) ¿está el ámbito de las personas suficientemente analizado dada su importancia en la SC?; 4) ¿hacia dónde deberían dirigirse las investigaciones futuras?

Este artículo presenta, en primer lugar, un análisis de las publicaciones existentes. En segundo lugar, se realiza un análisis bibliométrico (desde 1999 a 2017) sobre la HRSC (frecuencia de publicación, metodologías utilizadas y clasificación por categorías temáticas) para, por último, establecer las más relevantes sobre HRSC.

## 1. Publicaciones sobre recursos humanos y cadena de suministros

En la literatura académica existen dos revisiones bibliográficas sobre la gestión de las personas en la cadena de suministro: Gómez-Cedeño *et al.* (2014)<sup>3</sup> y Hohenshtein *et al.* (2014)<sup>4</sup>. Ambos trabajos destacan la escasez de investigaciones sobre recursos humanos y cadena de suministros.

En el estudio de Gómez-Cedeño *et al.* (2014), se localiza un total de 46 artículos sobre HRSC, en 29 revistas científicas de diversas disciplinas. Además, se efectúa una clasificación de los artículos identificados, agrupándolos en cuatro temas: 1) competencias/perfiles de los directivos y personal de apoyo de SCM

- 
2. Este autor analiza las investigaciones realizadas sobre SC a través de una revisión de la literatura basada en la clasificación de temas que propone el Institute for Supply Chain Management (ISM).
  3. Estos autores realizan un estudio bibliométrico para conocer la escasez de investigaciones existentes sobre HRSC (1997 a 2012).
  4. Se trata de una revisión de la literatura que analiza los problemas de HRSC en las publicaciones durante dos décadas (1998- 2014).

(35 %); 2) impacto y mejora de la SCM a través de la HRM (35 %); 3) relaciones con los miembros de la cadena y los HR (17 %); 4) reclutamiento y selección de los directivos y personal de apoyo de SCM (13 %).

Por otro lado, Hohenstein *et al.* (2014) analizan los problemas de HRSC establecidos en las publicaciones de las doce principales revistas de SCM. Así, identifican 109 investigaciones, categorizadas en siete ámbitos temáticos: 1) habilidades, conocimientos y capacidades; 2) formación y desarrollo; 3) impacto de la HRM en el desempeño; 4) educación y enseñanza; 5) contratación y reclutamiento; 6) compensación y retribución; y 7) mentalidad global en la «cadena de suministro» o en la «gestión de la cadena de suministro». Los resultados muestran que la mayoría de los artículos se focalizan en tres áreas de investigación: 1) habilidades, conocimiento y destreza (95 de 109); 2) formación y desarrollo (85 de 109); y 3) impacto de la HRM en el desempeño (58 de 109). Además, en los últimos años se observa un aumento significativo de las publicaciones sobre habilidades, conocimientos y capacidades, lo cual denota la preocupación de los investigadores sobre la importancia estratégica de encontrar las personas adecuadas que puedan satisfacer los requerimientos de la cadena de suministro.

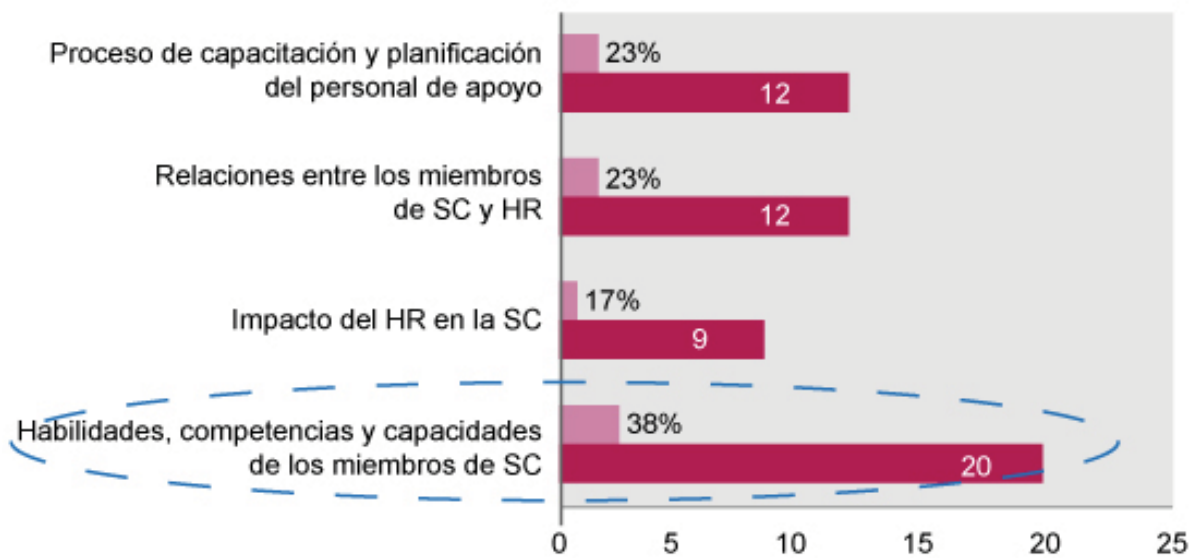
## 2. Análisis bibliométrico (1999-2017): diecinueve años de investigación sobre recursos humanos en la cadena de suministro

Con el objetivo de conocer la evolución de las investigaciones sobre recursos humanos en la cadena de suministro (HRSC) de los últimos años, se realizó un análisis bibliométrico para el período de diecinueve años comprendido entre los años 1999 a 2018. Se efectuó una búsqueda sistemática, a través de cinco bases de datos científicas: 1) ProQuest, 2) Emerald Insight, 3) Science Direct, 4) Taylor & Francis y 5) Wiley Online Library. A partir de las palabras clave y secuencias de palabras contenidas en el título, *abstract* y conclusiones: 1) gestión de la cadena de suministro y/o cadena de suministro; y 2) gestión de recursos humanos, recursos humanos, entre otros. A partir de los resultados se identificaron un total de 53 artículos estrictamente relacionados con los dos ámbitos (HR y SC). Estos fueron localizados en 32 revistas de diversas disciplinas, clasificadas en cuatro áreas temáticas: 1) proceso de capacitación y planificación del personal de apoyo, 2) relaciones entre los miembros de la (SC) y el recurso humano (HR), 3) impacto del recurso humano en la SC, y 4) habilidades, competencias y capacidades de los miembros de la SC.

La clasificación en cuatro áreas temáticas se realizó para establecer la más analizada en HRSC. En este sentido, se agruparon los artículos según su conte-

nido (gráfico 1) y se realizó la lectura detallada y en profundidad de los artículos identificados. Los resultados fueron que un 23 % de las publicaciones pertenecían al primer grupo temático 1) Proceso de capacitación y planificación del personal de apoyo; un 23 % estaban en el ámbito 2) Relaciones entre los miembros de la cadena de suministro (SC) y el recurso humano (HR), un 17 % pertenecía a la categoría (3) Impacto del recurso humano en la cadena de suministro, y finalmente, un 38 % se clasificó en el grupo (4) Habilidades, competencias y capacidades de los miembros de la SC. Por tanto, esta última área temática fue la más estudiada de las cuatro.

Gráfico 1. Clasificación temática de las 53 publicaciones sobre HRSC

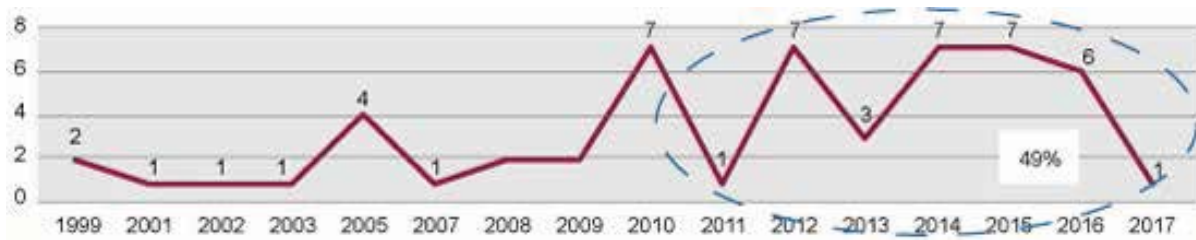


Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, se efectuó un análisis de la frecuencia de las publicaciones sobre HRSC, por año de publicación, durante el período comprendido entre los años 1999 a 2017. A pesar de la existencia de grandes vacíos sobre HRSC dentro de la literatura, múltiples investigaciones previas ya destacaron la potencialidad del estudio de HRSC (Gómez-Cedeño *et al.*, 2014; Hohenstein *et al.*, 2014). En esta línea, los resultados muestran un aumento significativo de las publicaciones sobre SCM en los cuatro últimos años, entre el año 2012 al 2017, con veintiséis nuevas publicaciones, lo cual representa el 49 % de las investigaciones sobre HRSC (gráfico 2).



Gráfico 2. Frecuencia de publicación sobre HRSC, por año



Fuente: elaboración propia.

Se realizó también una clasificación de las publicaciones según el tipo de metodología de investigación utilizada, identificando las que utilizaron métodos empíricos frente a no empíricos, distinción también utilizada por Giunipero *et al.* (2008). Los resultados indican que la encuesta es la metodología de investigación mayoritariamente utilizada por los investigadores en un 45 % de los artículos. El 34 % de las publicaciones son trabajos teóricos, y el 21 % se basa en el estudio de casos. Estos valores demuestran el creciente interés de los investigadores en los últimos años por medir los factores relacionados con la gestión de la cadena de suministro y los recursos humanos.

### 3. Principales contribuciones de las investigaciones sobre recursos humanos en la cadena de suministro

A partir del análisis del contenido de los 53 artículos sobre recursos humanos en la cadena de suministro (HRSC) identificados en el análisis bibliométrico anterior (1999-2017), la tabla 1 presenta las principales contribuciones por áreas temáticas.

Tabla 1. Principales contribuciones de las publicaciones, por área temática

<b>Proceso de capacitación y planificación del personal de apoyo</b>	Las prácticas convencionales de SCM diseñadas para recompensar el desempeño individual pueden no ser adecuadas para fomentar las competencias en logística y en la SC (Ding <i>et al.</i> , 2015).
	Los incentivos de los empleados están positivamente relacionados con la integración interna y negativamente relacionados con la integración de los clientes (Huo <i>et al.</i> , 2015).



<b>Relaciones entre los miembros de la SC y el HR</b>	Las relaciones laborales dentro de la SC están influenciadas por la actitud del empleado hacia el trabajo. Por otro lado, las relaciones laborales dentro de la cadena de suministro pueden optimizarse definiendo y evaluando las competencias laborales (Firescu, 2014).
	La flexibilidad de la empresa tiene relación entre el capital humano de la empresa y sus ventajas competitivas, al igual que la conexión entre la flexibilidad de los proveedores y las ventajas competitivas de la empresa (Jin <i>et al.</i> , 2010).
	El rol emergente del administrador de la SCM hacia gerente estratégico de las relaciones de la cadena de suministro (SCM) pasa de gestionar procesos a gestionar relaciones con proveedores (Wilson y Barbat, 2015).
<b>Impacto del HRSC</b>	La integración interna (INTI) de la cadena de suministro tiene un efecto directo en el logro de la satisfacción del cliente, alta flexibilidad y mejor calidad (Alfalla-Luque <i>et al.</i> , 2015).
	La práctica y la investigación en gestión de recursos humanos se han desarrollado casi exclusivamente dentro de empresas individuales (Fisher <i>et al.</i> , 2010).
	Tanto las habilidades múltiples de los gerentes como de los empleados tienen una relación positiva con la integración interna de la cadena de suministro (Huo <i>et al.</i> , 2016).
<b>Habilidades, competencias y capacidades de los miembros de la cadena de suministro</b>	Las habilidades percibidas como las más importantes por los profesionales se centran en aquellas actividades que son esenciales para ese rol: liderazgo, resolución de problemas y SRM, entre otras (Wu <i>et al.</i> , 2017).
	Las necesidades clave de los graduados son: la gestión del tiempo, el aprendizaje colaborativo, el trabajo en equipo y la resolución de problemas (Jordan <i>et al.</i> , 2016).
	La gestión del talento en la cadena de suministro es una fuente de ventaja competitiva para las empresas en crecimiento (Dubey <i>et al.</i> , 2015).

Fuente: elaboración propia.

A partir de las aportaciones de los investigadores que recoge la tabla 1, se pueden sugerir algunas recomendaciones en relación con la gestión de la cadena de suministro. En este sentido, la gestión de recursos humanos debería ampliar su óptica tradicional para albergar también las prácticas necesarias para gestionar correctamente la cadena de suministro en su sentido amplio. El nuevo enfoque debe acoger no solo las competencias laborales necesarias para las relaciones internas en

la empresa, sino también para la gestión de relaciones con clientes y proveedores. Wilson y Barbat (2015) ya inciden en la figura del gerente estratégico que pase de gestionar procesos a gestionar relaciones con proveedores.

Otra de las sugerencias interesantes que afloran de la literatura es la importancia de la gestión de los recursos humanos y las nuevas habilidades que deben poseer los profesionales. En este sentido, cabe destacar que, tal como establecen Dubey *et al.* (2015), la gestión del talento en la cadena de suministro es una fuente de ventaja competitiva para las empresas en crecimiento.

## Conclusiones

A pesar de la evolución que ha tenido el campo de estudio de la SC en los últimos años, sigue existiendo una gran confusión en su definición a causa de la amplitud y complejidad del concepto, quedando todavía grandes lagunas en la investigación. El análisis realizado en este trabajo es un buen marco de referencia en el estudio de la cadena de suministro que evidencia un abanico de retos y oportunidades en el planteamiento de futuras investigaciones. El estudio de la HRM en la SC constituye una de estas nuevas oportunidades para la investigación.

Además, los resultados muestran que el número de publicaciones sobre recursos humanos en la literatura de SCM ha aumentado significativamente en los últimos cuatro años (entre 2012 y 2017). Se han identificado 26 nuevas publicaciones, lo cual representa el 49 % de las investigaciones, tendencia que se prevé que continúe al alza. Ello demuestra el creciente interés de los investigadores hacia los estudios de HRSC.

Conviene destacar también que los resultados obtenidos son coherentes con la literatura previa, ya que investigaciones como las de Gómez *et al.* (2014) o Hohensstein *et al.* (2014) ya demostraron que el interés de los investigadores por la HRSC nació hace diecinueve años, aunque aún queda camino por recorrer en la investigación en este ámbito. Esto supone un campo por explorar, lleno de grandes retos y oportunidades. En este sentido, la revisión sistemática realizada en este trabajo contribuye a una mejor comprensión de la gestión de los recursos humanos en la cadena de suministro, así como a valorar su creciente importancia en la literatura de SCM.

Para concluir, Beth *et al.* (2003) consideran que, a pesar de años de avances de procesos y soluciones tecnológicas, una adaptación ágil de la cadena de suministro sigue siendo un objetivo difícil de alcanzar, y quizá sean las personas quienes dificultan el funcionamiento de la SC. Muchas empresas se han centrado en mejoras e inversiones tecnológicas y de infraestructura, pero el siguiente paso debería ser enfocarse en las personas que gestionan y operan la SC. Este es el reto para alcanzar el éxito de la SC: la gestión de las personas en la cadena de suministros.

## Referencias bibliográficas

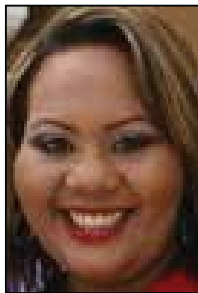
- ALFALLA-LUQUE, R.; MARÍN-GARCÍA, J. A.; MEDINA-LÓPEZ, C. (2015). «An analysis of the direct and mediated effects of employee commitment and supply chain integration on organisational performance». *International Journal of Production Economics*. N.º 162, págs. 242-257.
- BETH, S.; BURT, D. N.; COPACINO, W.; GOPAL, CH.; LEE, H. L.; LYNCH, R. P.; MORRIS, S. (2003). «Supply Chain Challenges: Building Relationships». *Harvard Business Review*. Vol. 81, n.º 7, págs. 64.
- DING, M. J.; KAM, B. H.; ZHANG, J. Y.; JIE, F. (2015). «Effects of human resource management practices on logistics and supply chain competencies-evidence from China logistics service market». *International Journal of Production Research*. Vol. 53, n.º 10, págs. 2.885-2.903.
- DUBEY, R.; GUNASEKARAN, A. (2015). «Supply chain talent: the missing link in supply chain strategy». *Industrial and Commercial Training*. Vol. 47, n.º 5, págs. 257-264.
- FAWCETT, S.; MAGNAN, M.; MCCARTER, M. (2008). «Benefits barriers and bridges to effective supply chain management». *Supply Chain Management: An International Journal*. Vol. 13, n.º 1, págs. 35-48.
- FIRESCU, V. (2014). «Research Regarding the Optimization of Work Relationships within Supply Chain by Defining and Evaluating Job Competencies». In *Applied Mechanics and Materials*. Vol. 555, págs. 805-810. Trans Tech Publications.
- FISHER, S.; GRAHAM, M.; VACHON, S.; VEREECKE, A. (2010). «Guest Editors' Note: Don't miss the boat: Research on HRM and supply chains». *Human Resource Management*. Vol. 49, n.º 5, págs. 813-828.
- GATTORNA, J. (2006). *Living Supply Chains; How to Mobilize the Enterprise Around Delivering What Your Customers Want*. Londres: Financial Times Prentice Hall.
- GIUNIPERO, L.; HANDFIELD, R.; ELTANTAWY, R. (2006). «Supply management evolution key skill sets for the supply manager of the future». *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 26, n.º 7, págs. 822-844.
- GIUNIPERO, L.; HOOKER, R.; MATTHEWS, S.; YOON, T.; BRUDVIG, S. (2008). «A Decade of SCM Literature: Past, Present and Future Implications». *Journal of Supply Chain Management*. Vol. 44, n.º 4, págs. 66-86.
- GÓMEZ-CEDEÑO, M.; CASTÁN, J. M.; GUITART-TARRÉS, L. (2014). «La importancia de los recursos humanos en la cadena de suministro». *Dirección y Organización*. N.º 54, págs. 13-25.
- GÓMEZ-CEDEÑO, M.; CASTÁN-FARRERO, J.; GUITART-TARRÉS, L.; MATUTE-VALLEJO, J. (2015). «Impact of human resources on supply chain management and performance». *Industrial Management & Data Systems*. Vol. 115, n.º 1, págs. 129-157.

- HOHENSTEIN, N. O.; FEISEL, E.; HARTMANN, E. (2014). «Human resource management issues in supply chain management research: a systematic literature review from 1998 to 2014». *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 44, n.º 6, págs. 434-463.
- HUO, B.; HAN, Z.; CHEN, H.; ZHAO, X. (2015). «The effect of high-involvement human resource management practices on supply chain integration». *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 45, n.º 8, págs. 716-746.
- HUO, B.; YE, Y.; ZHAO, X.; SHOU, Y. (2016). «The impact of human capital on supply chain integration and competitive performance». *International Journal of Production Economics*. N.º 178, págs. 132-143.
- JIN, Y.; HOPKINS, M. M.; WITTMER, J. L. (2010). «Linking human capital to competitive advantages: Flexibility in a manufacturing firm's supply chain». *Human Resource Management*. Vol. 49, n.º 5, págs. 939-963.
- JORDAN, C.; JORDAN, C.; BAK, O.; BAK, O. (2016). «The growing scale and scope of the supply chain: a reflection on supply chain graduate skills». *Supply Chain Management: An International Journal*. Vol. 21, n.º 5, págs. 610-626.

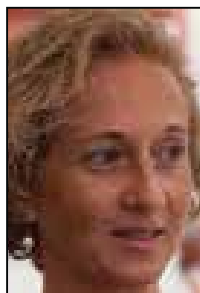
## **Milena Gómez Cedeño**

**Milena.gomez@utp.ac.pa**

**Profesora de Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica de Panamá**



Doctora en Empresa por la Universidad de Barcelona (UB), obtuvo el Premio Extraordinario de Doctorado UB2015/2016 por su tesis «Incidencia de los recursos humanos en la gestión de la cadena de suministro». Además de ingeniera industrial, posee un máster en Supply Chain and Logistics (EAE-Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona), el máster de Investigación en Empresa (Universidad de Barcelona), así como un posgrado en Recursos Humanos (USMA). Actualmente trabaja como profesora-investigadora en la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) y es miembro del Sistema Nacional de Investigación de Panamá (SNI).



## **Laura Guitart i Tarrés**

**[laura.guitart@ub.edu](mailto:laura.guitart@ub.edu)**

**Profesora de Economía y Empresa (UB).  
Profesora colaboradora de los Estudios de  
Economía y Empresa (UOC)**

Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Barcelona e ingeniera industrial por la Universidad Politécnica de Cataluña. Es profesora del Departamento de Empresa de la Universidad de Barcelona desde 1994. Como investigadora ha publicado en diversas revistas académicas de prestigio internacional (como *Industrial Management and Data Systems*, *International Journal of Market Research*, *Technology, Analysis & Strategic Management* o *Innovation: Management Policy & Practice*) y ha participado en diversos proyectos competitivos (convocados y financiados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) o por la Generalitat de Cataluña). Es la investigadora principal del Grupo de Innovación Docente G·IDEA (<http://www.ub.edu/gidea/>), reconocido por la Universidad de Barcelona.



## **Shantall Morantes Guerra**

**[shantall.morantes@utp.ac.pa](mailto:shantall.morantes@utp.ac.pa)**

**Universidad Tecnológica de Panamá**

Estudiante de Licenciatura en Gestión de la producción Industrial en la Universidad Tecnológica de Panamá. Actualmente está realizando su tesis de grado «Modelo teórico para la medición del impacto de los recursos humanos en la cadena de suministro: caso panamá». Además, estudia Ingeniería industrial en la Universidad Latina de Panamá, en su octavo cuatrimestre.



## **Yohana Li Zeng**

**[yohana.li@utp.ac.pa](mailto:yohana.li@utp.ac.pa)**

**Universidad Tecnológica de Panamá**

Estudiante de licenciatura en Gestión de la Producción Industrial en la Universidad Tecnológica de Panamá. Actualmente está realizando su tesis de grado, titulada «Modelo teórico para la medición del impacto de los recursos humanos en la cadena de suministro: caso Panamá».

Los textos publicados en esta revista están sujetas –salvo que se indique el contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozcáis los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.ca>.



# OIKONOMICS

Revista de economía, empresa y sociedad

OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

## Ancho ferroviario y logística 4.0 en el Corredor Mediterráneo

**Domingo Pérez Mira**

Profesor colaborador de los Estudios de Economía y Empresa (UOC)

**RESUMEN** El Corredor Mediterráneo se concibe como una doble vía ferroviaria de alta velocidad que discurrirá desde la frontera francesa hasta Algeciras, uniendo ciudades tan importantes como Barcelona, Valencia, Alicante, Murcia y Málaga y conectándolas a su vez con el resto de Europa. Sin embargo, para su puesta en marcha es necesario el desarrollo de tecnologías de cambio de ancho para las plataformas ferroviarias, que permitan la transición entre los diferentes anchos de vía europeos que dificultan el tránsito de mercancías por ferrocarril.

A su vez, en términos empresariales, la logística 4.0 está emergiendo con fuerza, proporcionando nuevas herramientas digitales que modifican tanto las operaciones como los procesos de negocio. Se trata de una transformación completa e integral, basada en la digitalización de la información a lo largo de toda la cadena de suministro, desde las fases iniciales hasta la llegada del producto final al cliente, integrando además la logística inversa.

La convergencia de la tecnología ferroviaria de ejes de ancho variable para el transporte de mercancías con la logística 4.0 en los procesos de SCM (*supply chain management*) permitirá incrementar la productividad y la competitividad empresarial a escala internacional.

**PALABRAS CLAVE** logística 4.0; Corredor Mediterráneo; gestión cadena de suministro; SCM; transformación digital; ancho variable; transporte mercancías



## Rail track gauge and logistics 4.0 in the Mediterranean Corridor

**ABSTRACT** *The Mediterranean Corridor is a double high-speed railway that will run from the French border to Algeciras, joining cities as important as Barcelona, Valencia, Alicante, Murcia and Malaga, and connecting them in turn with the rest of Europe. However, it is necessary to develop gauge change technologies for railway platforms, since, in Europe, there are several track gauges that hinder the transit of goods by rail.*

*Logistics 4.0 modifies business operations and business processes to incorporate new tools and digital uses. It is a complete and integral transformation process, based on the digitization of information throughout the whole process, from the initial phases right through to the arrival of the end product to the customer, as well as integrating reverse logistics.*

*The convergence of variable-width axes rail technology for freight transport with Logistics 4.0 in SCM (Supply Chain Management) processes will allow increasing productivity and business competitiveness at an international level.*

**KEYWORDS** *logistics 4.0; Mediterranean Corridor; supply chain management; SCM, digital transformation; axis gauge; freight transportation*

## Introducción

España es uno de los países de la UE con menor porcentaje de transporte de mercancías por ferrocarril. Apenas un 5 % de lo que se transporta se hace por tren, frente al 23,3 % de Alemania o el 17,4 % de Francia. El desarrollo del Corredor Mediterráneo, que discurre desde la frontera francesa hasta Algeciras, permitirá desarrollar la economía española al conectarla con el resto del continente, integrándola en el transporte europeo de mercancías con todas las ventajas que supone el ferrocarril.

En paralelo, la sociedad se encuentra inmersa en plena «transformación digital». Los procesos de negocio evolucionan gracias a las nuevas tecnologías, lo que genera cambios constantes en el entorno competitivo. No se trata de mejorar ni optimizar los métodos tradicionales, sino de modificar las operaciones y procesos de negocio para incorporar las nuevas herramientas y usos digitales, que permiten además nuevos tipos de innovación y creatividad.

En este marco, la emergencia de nuevas herramientas de *big data* y *business intelligence*, propias de la logística 4.0, implican una manera distinta de pensar y

actuar en el ámbito global que afecta, inherentemente, a tres pilares básicos de los procesos logísticos de la organización: experiencia de cliente, procesos y modelo de negocio.

La aplicación de este nuevo modelo de gestión operacional mediante las ventajas de la tecnología de material rodante de ancho variable y la logística 4.0 en la SCM permite automatizar procesos, monitorizar y mejorar la visibilidad de las operaciones, incrementar la productividad, flexibilizar las operaciones y reducir los costes operativos.

## 1. El Corredor Mediterráneo

El Corredor Mediterráneo consistirá en una doble vía ferroviaria de alta velocidad que discurrirá desde la frontera francesa hasta Algeciras, uniendo ciudades tan importantes del litoral como Barcelona, Valencia, Alicante, Murcia y Málaga, y conectándolas a su vez con el resto de Europa.

**Figura 1. Corredor Mediterráneo**



El Corredor Mediterráneo se encuentra dentro del «Gran Eje FERRMED», cuya red comprende la zona de mayor actividad económica y logística de la UE, incluyendo puertos y aeropuertos. Incorpora las áreas que van desde San Petersburgo, en Ru-

sia, pasando por el sur de Finlandia, Estonia, la mayor parte de Letonia, y la parte occidental de Lituania, la ciudad de Kaliningrado, en Rusia, la mitad sur de Suecia, el área de la ciudad de Oslo en Noruega, Dinamarca, la mayor parte de Alemania, una fracción del noroeste de Polonia, los Países Bajos, Bélgica, Luxemburgo, el sector suroriental de Gran Bretaña, la mayor parte de Francia, Suiza, Liechtenstein, la esquina occidental de Austria, el noroeste de Italia, Andorra, la parte este y meridional de España (Corredor Mediterráneo) y, finalmente, el norte de Marruecos y de Argelia.

Esta red transeuropea, a la que se unirá el Corredor Mediterráneo, vertebrará Europa de norte a sur. 3.500 kilómetros que conectarán el 54 % de los habitantes y el 66 % del producto interior bruto de la Unión Europea, impulsando la competitividad de nuestro continente.

Sin embargo, en Europa existen varios anchos de vía, lo que dificulta el tránsito de mercancías por ferrocarril. De hecho, el eje FERRMED discurre por una gran variedad de países; así, se producen cambios de ancho en las fronteras de la Unión Europea con Rusia y en la de España con Francia.

Históricamente, el ancho de vía característico de la red ferroviaria española y portuguesa es de 1.668 milímetros (ancho ibérico) y, desde la decisión adoptada en 1988 de construir las nuevas líneas españolas de alta velocidad con ancho internacional de vía, de 1.435 milímetros (UIC, siglas del francés Union Internationale des Chemins de Fer), hace que haya coexistencia de diferentes anchos de vía tanto dentro de la red ferroviaria de España como en las fronteras con Francia. En el resto de Europa (Francia, Alemania, etc.) y en China, por ejemplo, la vía es de ancho internacional.

## 2. Tecnología ferroviaria de ancho variable para mercancías

España es referente europeo en la investigación tecnológica y consecución real de sistemas de cambio de ancho ferroviario. El número de cambiadores actualmente en operación es elevado; crecen de forma permanente y permiten el aprovechamiento de redes de ferrocarril convencionales para alta velocidad. Tras la inclusión del Corredor Mediterráneo en la Red Básica Transeuropea de Transporte, se ha hecho más fehaciente la necesidad urgente de adaptación al ancho europeo. Para ello, las soluciones propuestas han ido desde la sustitución total del ancho ibérico al UIC, en los tramos dedicados únicamente al transporte de viajeros, así como la implantación de un tercer carril en toda la longitud del Corredor.

Tradicionalmente, el tráfico de mercancías transfronterizo entre España y Europa, a través de Francia, ha requerido solucionar el problema de cambio de ancho ya que ha generado frecuentes problemas de explotación, además de operaciones

de coste logístico elevado. Para superar esta barrera, se desarrollaron sistemas de intercambio de ejes y de vagones, creándose una serie de instalaciones posicionadas de forma estratégica para llevar a cabo este tipo de operaciones. De esta forma, para el paso de una red a otra, se cambian las plataformas, o los ejes de las mismas, lo cual presenta dos inconvenientes:

- El proceso de cambio de ejes es lento (se requiere al menos 10 minutos por eje).
- El coste es elevado. Necesita el empleo de mano de obra especializada y de instalaciones específicas que deben estar redundadas, para no convertir la frontera en un cuello de botella, en caso de un elevado número de vagones.

El diseño de un sistema alternativo de ejes, específico para plataformas ferroviarias de mercancías, compatible con los vagones actuales y que abarque otros anchos como el ruso (1.520 mm), se postula como una solución clave para impulsar la competitividad del ferrocarril en el transporte de mercancías, tanto en el ámbito nacional como internacional.

Actualmente, la tecnología ferroviaria permite que los trenes de pasajeros puedan circular por vías de distintos anchos, pero este reto no está consolidado para el caso de trenes de mercancías, donde las plataformas ferroviarias deben poder soportar una carga de hasta 22,5 Tm por eje. ADIF, el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, está desarrollando y homologando conjuntamente con la iniciativa privada ejes de ancho variable y cambiadores de ancho para el transporte de mercancías.

Básicamente, el sistema de ancho variable permite que los ejes de los vagones puedan adaptarse de forma automática para circular por anchos de vía diferentes. Esta adaptación se produce a baja velocidad, sin necesidad de detener la marcha, cuando el tren atraviesa un punto de la vía en el que debe estar instalado un dispositivo cambiador de ancho específico. Los vagones entran con un ancho de vía y salen con otro.

Técnicamente, el sistema Eje OGI está compuesto por un conjunto de ejes y ruedas desplazables, unidos mediante un sistema de cerrojo que, como principal característica, forma un conjunto sólido sin partes móviles durante el uso normal, sin necesidad de rodamientos o elementos adicionales. Se basa en un elemento plano de biela-manivela, que gira solidario al propio eje para asegurar el movimiento axial del mecanismo que bloquea cada rueda en la posición adecuada a cada ancho de vía.

Esta tecnología permite, además, reemplazar directamente los ejes convencionales de vagones y vehículos ferroviarios existentes, facilitando así su actualización para aprovechamiento futuro en conexiones ferroviarias con vías de distinto ancho.

### 3. Logística 4.0

Más allá de la transformación infraestructural, cabe entender esta innovación en un contexto de cambio acelerado en el seno empresarial. La logística 4.0 ha emergido con fuerza, y con ella nuevas herramientas tecnológicas que pueden revolucionar el modo de gestionar los negocios. Atendiendo al transporte ferroviario, son especialmente relevantes las siguientes herramientas de análisis de datos:

- *Cloud computing*: infraestructura, plataformas y aplicaciones en modelo servicio. Permite nuevas capacidades de adaptación y escalabilidad. Alta flexibilidad para necesidades de almacenamiento o esfuerzo computacional para grandes y pequeñas empresas.
- *Big data* / inteligencia artificial: uso de gran cantidad de datos y reconocimiento de patrones de comportamiento de cara a la definición de indicadores de proceso y apoyo a la toma de decisión.
- Conectividad: todo conectado e internet de las cosas (IoT), que permiten nuevas formas de interacción entre personas y máquinas.
- Movilidad: modifica el modo como las personas interactúan, consumen información y desarrollan trabajo colaborativo.

La mejora de la interconexión completa y en tiempo real, así como la autonomía en la logística, son los retos que afrontan cada vez más empresas para optimizar sus operaciones. La logística 4.0 es un proceso de transformación completo e integral basado en la digitalización de la información a lo largo de toda la cadena de suministro, desde las fases iniciales hasta la llegada del producto final al cliente, integrando además la logística inversa. Se trata de modificar las operaciones y procesos de negocio para incorporar las nuevas herramientas y usos digitales.

La conectividad y colaboración entre todos los agentes de la cadena son dos fundamentos básicos que, mediante la apertura de nuevas interfaces y de nuevas programaciones, permitirá garantizar una producción más personalizada, gestión de envíos más eficiente en función de la previsión de la demanda, reducción de *stocks* y tiempo de almacenaje, optimización de rutas, geolocalización de clientes, etc. Igualmente, con la creciente tecnología *blockchain*, la logística 4.0 permitirá automatizar procesos de compras (*e-procurement*), contratos de suministros o garantizar la trazabilidad de productos.

Todas estas aplicaciones derivan en la máxima eficiencia operacional, y serán susceptibles de generar nuevos datos a través del tratamiento con la tecnología *big data* y la inteligencia de negocio. Podrán generar nuevo conocimiento y nuevas aplicaciones, que facilitarán la interconexión entre todos los servicios y actores de

la cadena de suministro, realimentando al sistema sucesiva y constantemente para seguir optimizándolo mediante tecnología de *machine learning*.

Como ejemplo, la logística 4.0 aplicada a contenedores de mercancías permite que estos informen automáticamente sobre su propio estado, posición, contenidos y destino. Además, al tratar cada elemento contenedor como una entidad inteligente independiente, estos podrán comunicarse con los transportistas e incluso con otros contenedores para lograr optimizar el flujo logístico.

La antigua logística utilizaba volúmenes grandes de mercancías estándar para buscar un descenso de los costes, lo que generaba ineficiencias tanto en costes financieros como de manutención y almacenamiento de productos. La logística 4.0 también permite, en último término, optimizar los medios de pago. Se trata, en resumen, de una mejora en agilidad, eficacia y eficiencia en todo el proceso logístico.

## 4. Optimización de la gestión de la cadena de suministro (SCM)

Standler (2002) define la SCM (*supply chain management*) como «la tarea de integrar diferentes organizaciones a lo largo de toda la cadena coordinando el flujo de materiales y de información de forma que satisfaga la demanda de los clientes incrementando la competitividad de toda la cadena».

Al hablar de SCM, se renuncia a la gestión aislada de las empresas y, por tanto, al planteamiento de objetivos individuales como única vía para conseguir los resultados esperados. El profesor estadounidense John F. Nash (premio Nobel de Economía en 1994) realizaba la siguiente afirmación en su tesis económica: «Un sistema económico alcanza su máxima eficiencia cuando cada uno de los elementos que lo forman buscan su máxima eficiencia, al tiempo que la del conjunto del sistema».

Por tanto, la SCM abarca desde los proveedores de materias primas hasta el cliente final, pasando por todos los procesos intermedios de producción, almacenaje, preparación de pedidos, distribución y comercialización. Esto implica la coexistencia de dos flujos fundamentales en la cadena de suministro, que además son bidireccionales, ya que van de proveedor a cliente, pasando por todos los procesos intermedios, y de cliente a proveedor. Estos flujos son: materiales, de información y de conocimiento.

En este ámbito, la convergencia en la optimización de los flujos de materiales por ferrocarril aplicando la tecnología de ejes de ancho variable, y la optimización de los flujos de información y conocimiento mediante la logística 4.0, en una situación estratégica como es el Corredor Mediterráneo, implica directamente el incremento de la productividad y la competitividad empresarial a escala internacio-



nal. Esta convergencia tecnológica permitirá automatizar procesos, monitorizar y mejorar la visibilidad de las operaciones, incrementar la productividad, flexibilizar las operaciones y reducir los costes operativos.

## Conclusiones

El desarrollo del Corredor Mediterráneo, conjuntamente con la tecnología de eje ancho variable para el transporte de mercancías por ferrocarril, permitirá a las empresas españolas disponer de un medio rápido, ágil y económico, tanto para el transporte de sus materias primas procedentes de sus proveedores como para el suministro de los productos finales a sus clientes.

La implantación de la logística 4.0 en las empresas debe plantearse como una estrategia para reformular el modelo de negocio, del que dependen los procesos para materializar su visión empresarial, las personas que soportan los procesos de gestión del negocio y los sistemas, que son las herramientas que constituyen su soporte tecnológico.

Incorporar en los planes estratégicos la logística 4.0, dentro de los procesos de SCM, conjuntamente con el desarrollo del Corredor Mediterráneo, permitirá acelerar la economía española incrementando su productividad y competitividad, facilitando además el poder acceder en mejores condiciones al mercado internacional.

Es un desafío diseñar e implantar adecuadamente los planes de transformación en las empresas definiendo la ruta adecuada en cada caso. Se requiere generar actitudes positivas hacia la digitalización y cultura de gestión del cambio en las que las personas son clave para garantizar su correcta implantación.

## Referencias bibliográficas

- BERROZPE, A. (2012). *La cadena de valor de los operadores logísticos en España: un análisis empírico*. Madrid: Lulu.
- BOWERSOX, D.; CLOSS, D.; BIXBY, M. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministro*. Madrid: McGraw Hill.
- CARBONELL, F.; PARÍS, J. (2017). «El proceso de construcción del arco mediterráneo: una calle de doble dirección». *Papers: Regió Metropolitana de Barcelona: territori, estratègies i planejament*, 2007: N.º 44, Planificación de infraestructuras y territorio. El arco mediterráneo.
- CASANOVAS, A.; Cuatrecasas, LI. (2003). *Logística empresarial*. Barcelona: Gestión 2000.
- COMPANYS, R. (2005). *Diseño de sistemas productivos y logísticos*. EPSEB-UPC.



- GARCÍA, A. (2007, enero-febrero). «Cambiadores de ancho, trenes de ancho variable y tercer carril: Nuevas soluciones a un viejo problema». *Anales de mecánica y electricidad*.
- LAUDON, K.; LAUDON, J. (2004). *Sistemas de información gerencial: administración de la empresa digital*. Madrid: Pearson Educación.
- OBSERVATORIO E-COMMERCE. «Informe sobre tendencias en la logística e-commerce para el 2014».
- PÉREZ-LARA, M.; SAUCEDO-MARTÍNEZ, J.; SALAIS-FIERRO, T. (2016). «Caracterización de modelo de negocio en el marco de industria 4.0». Congreso Internacional de Logística y cadena de suministro, CiLOG2016.
- PITA, A. (2006). *Infraestructuras ferroviarias*. Barcelona: Edicions UPC.



**Domingo Pérez Mira**

**dperezmi@uoc.edu**

**Profesor colaborador de los Estudios de Economía y Empresa (UOC)**

Doctor ingeniero industrial. Director de investigación y desarrollo en proyectos de colaboración entre universidad y empresa. Máster en Transformación Digital. Experto en logística y operaciones para el diseño y gestión de proyectos estratégicos en el incremento de la productividad y competitividad empresarial. Cuenta con gran experiencia en proyectos, tanto en el ámbito industrial como en el de infraestructura de obra civil y de edificación, con especialización en diferentes áreas de negocio: construcción, concesiones, industrial, transporte ferroviario y edificación.

Los textos publicados en esta revista están sujetas –salvo que se indique el contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozcáis los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.ca>.

