

Luis Anibal Mora García



# INDUSTRIA Y LOGÍSTICA 4.0



Ediciones de la U

# Industria y logística 4.0

*Luis Anibal Mora García*



Ra-Ma®



Bogotá - México, D.F.

Mora García, Luis Anibal, *et. al.*

Industria y logística 4.0 / Luis Anibal Mora García --. Bogotá: Ediciones de la U, 2024

196 p. ; 24 cm

ISBN 978-958-792-651-4 e-ISBN 978-958-792-652-1

1. Industria 2. Logística 3. Transporte 4. Abastecimiento I. Tít.

338,4 ed.

*Edición original publicada por © Editorial Ra-ma (España)*

*Edición autorizada a Ediciones de la U para Colombia*

Área: Logística

Primera edición: Bogotá, Colombia, enero de 2024

ISBN. 978-958-792-651-4

- © Luis Anibal Mora García
- © Ra-ma Editorial. Calle Jarama, 3-A (Polígono Industrial Igarsa) 28860 Paracuellos de Jarama  
www.ra-ma.es y www.ra-ma.com / E-mail: editorial @ra-ma.com  
Madrid, España
- © Ediciones de la U - Carrera 27 #27-43 - Tel. (+57) 601 6455049  
www.edicionesdelau.com - E-mail: editor@edicionesdelau.com  
Bogotá, Colombia

**Ediciones de la U** es una empresa editorial que, con una visión moderna y estratégica de las tecnologías, desarrolla, promueve, distribuye y comercializa contenidos, herramientas de formación, libros técnicos y profesionales, e-books, e-learning o aprendizaje en línea, realizados por autores con amplia experiencia en las diferentes áreas profesionales e investigativas, para brindar a nuestros usuarios soluciones útiles y prácticas que contribuyan al dominio de sus campos de trabajo y a su mejor desempeño en un mundo global, cambiante y cada vez más competitivo.

Coordinación editorial: Adriana Gutiérrez M.

Carátula: Ediciones de la U

Impresión: DGP Editores SAS

Calle 63 #70D-34, Pbx (+57) 601 7217756

*Impreso y hecho en Colombia*

*Printed and made in Colombia*

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro y otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

*A mis padres en especial, por el aporte valioso,  
desinteresado y silencioso que me han brindado durante toda mi vida,  
el cual ha alimentado la semilla que me estimula a ser mejor cada día.*

*A mi esposa Marta Orella quien ha sido el faro final de mi vida,  
apoyo y amor a todas mis iniciativas  
y es la mujer más maravillosa y bella de todas.*





---

# ÍNDICE

<b>ACERCA DEL AUTOR .....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1. PERFIL DE LA INDUSTRIA Y LOGÍSTICA 4.0 .....</b>	<b>15</b>
1.1 EVOLUCIÓN, CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS.....	15
1.2 INTERNET DE LAS COSAS (INTERNET OF THINGS-IOT).....	17
1.2.1 Orígenes, evolución, impulsores y aplicaciones del internet de las cosas .....	17
1.2.2 Definiciones diferentes, conceptos similares de la IOT .....	22
1.2.3 Conclusiones acerca del internet de las cosas (IOT) .....	23
1.3 INDUSTRIA 4.0 .....	24
1.3.1 La cuarta revolución industrial.....	24
1.3.2 La Industria 4.0 y su reflejo en la logística 4.0.....	30
1.3.3 ¿Cómo implementar la Industria 4.0? .....	31
1.3.4 Ventajas de la Industria 4.0 .....	34
1.3.5 Inconvenientes de la Industria 4.0 .....	35
1.4 FÁBRICAS INTELIGENTES (SMART FACTORIES).....	36
1.4.1 Introducción .....	36
1.4.2 ¿Qué son fábricas inteligentes (Smart Factories)? .....	37
1.4.3 Tecnologías integradas en Smart Factory .....	39
1.4.4 En qué consiste la solución Smart Factory modular .....	41
1.4.5 ¿Cómo afecta al empleo la Smart Factory? .....	43

1.5	TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LAS EMPRESAS MODERNAS .....	45
1.5.1	Nuevas tecnologías de la información.....	47
1.5.2	Estrategia de digitalización de DHL.....	48
1.5.3	Claves para aprovechar las ventajas de la digitalización.....	51

## **CAPÍTULO 2. NUEVAS APLICACIONES Y HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS**

<b>DISRUPTIVAS EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTOS .....</b>	<b>53</b>	
2.1	BIG DATA EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTOS .....	53
2.1.1	¿Qué es Big Data?.....	54
2.1.2	Big Data y su impacto en las empresas .....	55
2.1.3	¿Por qué el Big Data es tan importante?.....	56
2.2	REALIDAD AUMENTADA EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTOS .....	59
2.2.1	Introducción.....	59
2.2.2	Historia de la realidad aumentada .....	60
2.2.3	¿Qué es la realidad aumentada?.....	61
2.3	TIPOS DE REALIDAD AUMENTADA .....	62
2.3.1	Ventajas de la realidad aumentada.....	64
2.3.2	Ámbitos de uso de la realidad aumentada .....	65
2.3.3	Realidad aumentada en los procesos logísticos .....	67
2.3.4	Realidad aumentada y marketing: los ejemplos más destacados .....	70
2.4	LA CIBERSEGURIDAD APLICADA A LA SUPPLY CHAIN 4.0 .....	73
2.4.1	Introducción.....	73
2.4.2	Inicios de la tecnología 4.0.....	74
2.4.3	Tipos de ataques cibernéticos y la ciberseguridad empleada .....	75
2.4.4	Tecnologías nuevas utilizadas que brindan soluciones óptimas .....	78
2.4.5	¿Qué hacer para evitar estos ataques? .....	78
2.4.6	Vulnerabilidades cibernéticas de la cadena de suministro.....	79
2.5	IMPRESIÓN 3D EN LA INDUSTRIA Y MANUFACTURA .....	81
2.5.1	Historia de la impresión 3D.....	81
2.5.2	¿Qué es una impresora digital?.....	82
2.5.3	Funcionamiento de una impresora digital .....	83
2.5.4	Formas de realizar una impresión 3D.....	84
2.5.5	Tipos de impresión 3D.....	86
2.6	INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA CADENA DE SUMINISTRO .....	86
2.6.1	Qué es la inteligencia artificial (IA) .....	86
2.6.2	La inteligencia artificial (IA): aliada infaltable de la logística de una empresa.....	87
2.6.3	¿Qué función cumple la inteligencia artificial en el sector logístico? .....	88
2.6.4	¿Cómo se puede aprovechar al máximo la información disponible?.....	88
2.6.5	La influencia de la inteligencia artificial para mejorar el sector .....	89
2.6.6	El valor de los datos en la inteligencia artificial .....	90
2.6.7	Hacia una cadena de suministro inteligente.....	91

2.7	BLOCKCHAIN EN LA CADENA LOGÍSTICA 4.0 .....	93
2.7.1	Las cadenas de suministro del pasado .....	94
2.7.2	Cadenas 2020 con Blockchain .....	94
2.7.3	Los elementos básicos para entender Blockchain en las cadenas de suministro.....	96
2.7.4	Ventajas de Blockchain para las cadenas de suministro.....	97
2.7.5	¿Cómo implementar Blockchain? .....	97
2.7.6	¿Qué utilidad provee Blockchain a mi industria?.....	98
2.7.7	No todo es blockchainable .....	99
<b>CAPÍTULO 3. CIBERLOGÍSTICA Y LOS ALMACENES INTELIGENTES .....</b>		<b>101</b>
3.1	LA CIBERLOGÍSTICA, ROBOTIZACIÓN DE LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS .....	101
3.1.1	Introducción.....	102
3.2	HISTORIA Y EVOLUCIÓN.....	102
3.3	LA ROBÓTICA SE ESTÁ TOMANDO LA INDUSTRIA LOGÍSTICA.....	108
3.4	VENTAJAS DE LA ROBOTIZACIÓN.....	112
3.4.1	Principales ventajas .....	113
3.5	CASOS DE ÉXITO DE LA ROBOTIZACIÓN .....	113
3.5.1	Amazon da un paso más en la robotización de sus almacenes .....	113
3.6	CONCLUSIONES FINALES .....	118
3.7	CENTROS DE DISTRIBUCIÓN 4.0 (SMART WAREHOUSES).....	118
3.7.1	Tipos de almacenes automatizados.....	122
3.7.2	Almacenes inteligentes .....	124
3.7.3	Robotización en los centros de distribución .....	125
3.7.4	El centro de distribución del futuro .....	131
3.8	EJEMPLOS EN LA INDUSTRIA, DE LAS VENTAJAS OBTENIDAS DE LA ROBOTIZACIÓN .....	132
3.9	USO DE DRONES EN GESTIÓN DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN .....	134
3.9.1	Actividades de la preparación de pedidos (picking).....	134
3.9.2	Oportunidades para los robots de picking .....	140
3.9.3	Bin picking.....	142
3.10	USO DE DRONES EN GESTIÓN DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN .....	143
3.10.1	Uso de drones en procesos logísticos.....	143
3.10.2	Uso de drones en gestión de inventarios físicos en centros de distribución .....	146
3.10.3	Casos de aplicación.....	148
<b>CAPÍTULO 4. TRANSPORTE INTELIGENTE.....</b>		<b>153</b>
4.1	TRANSPORTE 4.0, HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS APLICADAS AL TRANSPORTE DE CARGA TERRESTRE (SMART TRANSPORTATION).....	153
4.1.1	Los sistemas de transporte inteligente .....	153
4.1.2	Los sistemas inteligentes aplicados a la gestión del transporte terrestre de carga .....	159
4.1.3	Uso y aplicación de camiones de carga no tripulados o autónomos.	163

<b>CAPÍTULO 5. IMPACTO LABORAL DE LA LOGÍSTICA 4.0.....</b>	<b>171</b>
5.1 EL TRABAJO EN EL FUTURO DE LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS.....	171
5.2 IMPACTO DE LA LOGÍSTICA 4.0 EN EL MERCADO LABORAL.....	172
5.3 LA DESTRUCCIÓN DEL EMPLEO LABORAL EN LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS .....	176
5.4 NUEVO PERFIL DEL PROFESIONAL LOGÍSTICO EN LA INDUSTRIA Y LOGÍSTICA 4.0 .....	184
<b>BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA .....</b>	<b>189</b>



---

## ACERCA DEL AUTOR

### **ING. LUIS ANÍBAL MORA GARCÍA**

Ingeniero industrial de la Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Mercadeo internacional de la Universidad Eafit, Maestría en Logística y Operaciones de la ENAE de Murcia, España, certificado en Logística y Distribución del Logistics Institute of London, Inglaterra. Actual docente catedrático en las Maestrías de Logística Internacional, Universidad de Monterrey, México, Universidad de las Américas de Ecuador, Universidad Latina de ciudad de Panamá, Universidad de Medellín y Universidad Autónoma de Barranquilla y profesor invitado a la Maestría de Logística en Defensa y Seguridad, Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, España, catedrático de los Posgrados de Logística las universidades Sergio Arboleda, Universidad del Magdalena, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Universidad Javeriana de Cali y exinstructor de Logística del Latin American Logistics Center de Atlanta, EE.UU.

Autor de diez libros en Gestión Logística, conferencista internacional invitado por la región Andina al III Forum mundial de Logística en Monterrey, México, 2010. Actual director general de la firma "High Logistics Group".





---

# INTRODUCCIÓN

Hablar de la Industria 4.0 significa hablar de la cuarta revolución industrial, y como consecuencia lógica, se percata que el sector logístico viene experimentando de forma paralela desde hace algún tiempo su propia revolución, lo que nos lleva a hablar del concepto de 'logística 4.0'; la industria convencional, la automatización, la información y los procesos de negocios, han sido importantes en el desarrollo de las empresas. Ahora, ha surgido la cuarta revolución industrial en el mercado, donde hay una integración de la información y los objetos físicos que la producen y la consumen, y que serán indivisibles y formarán parte integral de la gestión de los procesos.

La cadena de abastecimiento y el sector de la logística debe adaptarse a estas innovaciones e incorporarse a la nueva logística que revoluciona la manera de producir, almacenar y vender a los nuevos clientes; así mismo, todos debemos prepararnos para el nuevo desafío que implica la adopción de la logística 4.0 y sobrevivir a los nuevos modelos de negocios digitales del futuro. Todas estas innovaciones darán lugar a la generación de nuevas aplicaciones y plataformas digitales, que agilizarán de una forma más sencilla la interconexión e interconectividad de todo el servicio y serán las nuevas protagonistas de la cadena de suministro 4.0.

La gestión industrial y la logística 4.0, buscan presentar las mejores

prácticas y aplicaciones de las herramientas tecnológicas y de innovación, en la

nueva cadena de abastecimientos, a las empresas y su migración efectiva hacia

la digitalización y tecnificación de sus operaciones logísticas a nivel interno y

externo; con el fin de enfrentar los retos y desafíos del mercado en el periodo

2020-2030.



# 1

---

## PERFIL DE LA INDUSTRIA Y LOGÍSTICA 4.0

### 1.1 EVOLUCIÓN, CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS

---

Podríamos definir la Industria 4.0 como el proceso de digitalización del sector industrial, que abarca desde la digitalización de la información hasta los elementos físicos. De este modo, se está produciendo una transformación en los sistemas “clásicos” de producción, que dan lugar a una digitalización más integral. Cuando nos referimos a la digitalización de lo físico (conocido también como el Internet de las cosas y el aspecto fundamental de la Industria 4.0) estamos suponiendo que los productos, las máquinas, las fábricas, las mercancías, los almacenes, los vehículos, etc. están interconectados entre sí y no aceptan trabajar de forma autónoma (Luis Aníbal Mora, S.F.).

Este proceso da lugar a la creación de nuevas redes, en donde la división entre lo físico y la información tenderá a agruparse en desarrollos tecnológicos, tales como el Business Intelligence, el Big Data y el Big Data Analytics, es un hecho evidente que la visión de la Industria 4.0 confronta al sector de la logística tradicional frente a los nuevos desafíos.

Los métodos y sistemas convencionales de gestión usados actualmente, están alcanzando sus límites máximos y consiguientemente, viéndose sometidos a nuevos planteamientos. Por este motivo, muchos de los sistemas de producción

actuales están destinados a su desaparición o a su uso marginal; tales como los sistemas de intercambio de información tradicional como el E-mail, Teléfono o Fax; pero gracias a las nuevas programaciones, podremos garantizar que la producción sea más personalizada, que la gestión de los envíos se realice de forma más eficiente, en función de las previsiones de demanda, una reducción de los stocks y del almacenaje, optimización en las rutas, sistemas de geolocalización y conocimiento de la ubicación y trazabilidad de la mercancía, entre otros. Por todo lo anterior, la

Industria 4.0 está demandando un desarrollo paralelo en el sector logístico, y esto está dando lugar al concepto de logística 4.0.



**Figura 1.1.** La Industria 4.0

Actualmente ya están entrando en juego soluciones innovadoras que se están empleando en el sector logístico: los etiquetados inteligentes, empleo de las TIC, módems GPRS y 3G, RFID. Además, se están implementando innovaciones aplicadas al ámbito de la logística: utilización de redes Low Power (las cuales permiten sensorizar los Pallets), Web Browsers o Apps, etc. todas estas innovaciones darán lugar a la generación de nuevos datos, que se gestionarán y

tratarán a través del Big Data. Esto implicará la generación de nuevas aplicaciones y plataformas que agilizarán de una forma más sencilla, la interconexión de todo el servicio y protagonistas de la cadena de suministro y transporte.

Pero la digitalización de los sistemas de producción va más allá. Los sistemas Ciberfísicos (cyber-physical systems, CPS), la robótica y la Inteligencia Artificial, permitirán que las máquinas herramienta sean más modulares, flexibles y trabajen de forma autónoma. La Industria 4.0 implica llevar la automatización a niveles muy superiores a los actuales. Así, los sistemas automatizados podrán aprender y adaptarse a la fabricación de diferentes productos, podrán predecir averías o cambios en la producción e iniciar automáticamente operaciones de mantenimiento o correctivos (Atox Grupo, 2016).

La Industria 4.0 añadirá una mayor complejidad a las cadenas de suministro, que tendrán que ser capaces de evolucionar en igual medida; pero las mismas tecnologías que permiten hablar de Industria 4.0 están revolucionando también la logística, donde surge la logística 4.0 (Atox Grupo, 2016).

## 1.2 INTERNET DE LAS COSAS (INTERNET OF THINGS-IOT)

---

### 1.2.1 Orígenes, evolución, impulsores y aplicaciones del internet de las cosas

Según I2t Smart (S.F.), el término “internet de las cosas” (Internet of Things) fue empleado por primera vez en 1999 por el pionero británico Kevin Ashton, para describir un sistema en el cual los objetos del mundo físico se podían conectar a internet por medio de sensores. Ashton acuñó este término para ilustrar el poder de conectar a Internet las etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID), que se utilizaban en las cadenas de suministro corporativas para contar y realizar un seguimiento de las mercancías sin necesidad de intervención humana. Hoy en día, el término internet de las cosas se ha popularizado para describir escenarios en los que la conectividad a internet y la capacidad de cómputo se extienden a una variedad de objetos, dispositivos, sensores y artículos de uso diario.

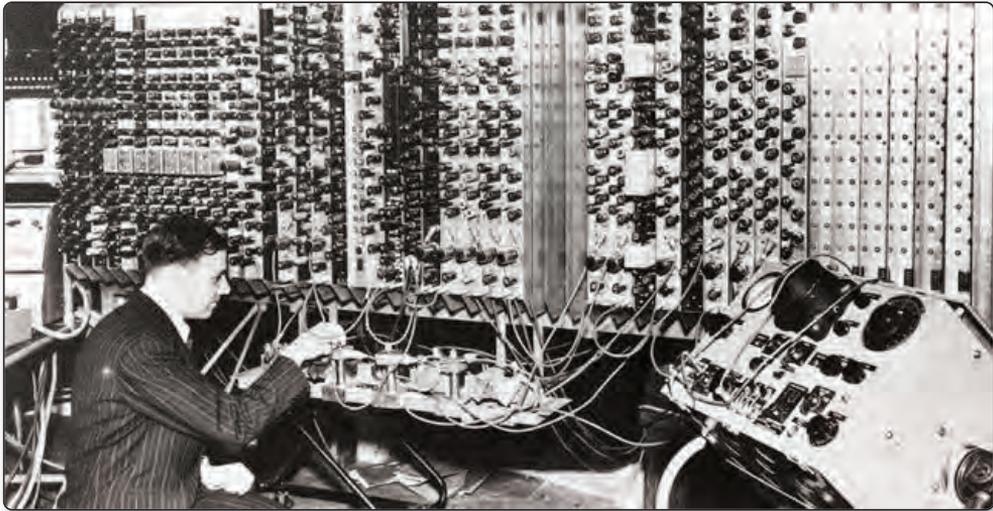


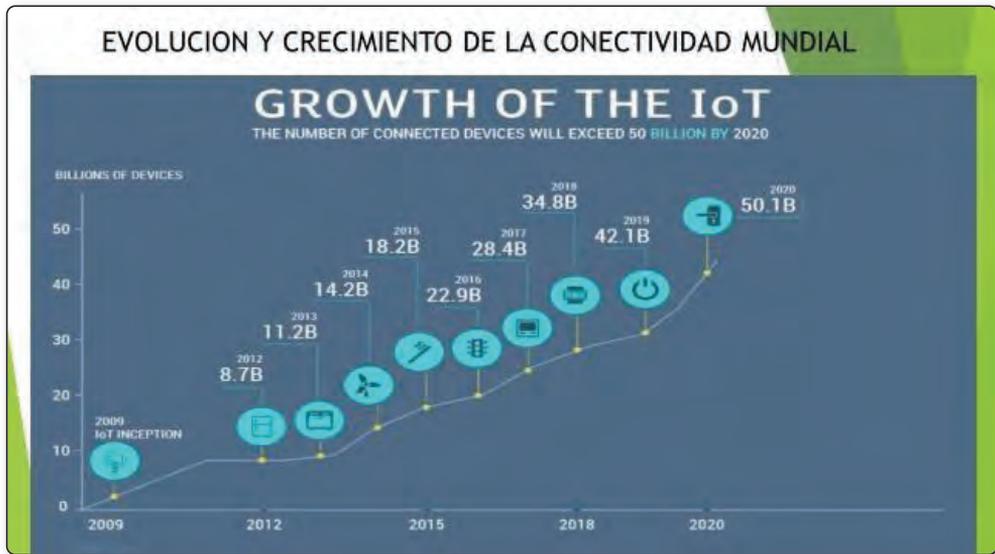
Figura 1.2. Internet de las cosas

Aunque el término “internet de las cosas” es relativamente nuevo, el concepto de combinar computadoras y redes para monitorear y controlar diferentes dispositivos, ha existido durante décadas; por ejemplo, a fines de la década de 1970 ya había en el mercado sistemas disponibles para monitorear los medidores conectados a la red eléctrica de forma remota, a través de las líneas telefónicas. En la década de 1990, los avances en la tecnología inalámbrica permitieron la difusión de soluciones corporativas e industriales “máquina a máquina” (M2M), para monitorear y operar diferentes equipos. Sin embargo, muchas de estas primeras soluciones M2M se basaban en redes dedicadas especialmente construidas para este propósito y en estándares propietarios o específicos de la industria, no en redes basadas en el protocolo de internet (IP) y los estándares de internet (I2t Smart, S.F.).

Dado el crecimiento y auge que ha tomado desde hace unos años la creación, diseño y aplicación de nuevas tecnologías para mejorar la productividad e incrementar la eficiencia de los procesos, es preciso entender de una mejor manera los problemas y desafíos de vivir en un mundo más conectado.

La internet de las cosas es un tema emergente de importancia técnica, social y económica. En este momento se están combinando productos de consumo, bienes duraderos, automóviles y camiones, componentes industriales y de servicios públicos, sensores y otros objetos de uso cotidiano con conectividad a internet y potentes capacidades de análisis de datos, que prometen transformar

el modo en que trabajamos, vivimos y jugamos. Las proyecciones del impacto de la IOT sobre internet y la economía, son impresionantes; hay quienes anticipan que en el año 2025 habrá hasta cien mil millones de dispositivos conectados a la IOT (I2t Smart, S. F.).



**Figura 1.3.** Crecimiento de la conectividad mundial

Por otro lado, una posible desventaja de la internet de las cosas, son los importantes desafíos que podrían dificultar la realización de sus potenciales beneficios. A diario vemos noticias que logran captar la atención del público, como son por ejemplo los ataques a dispositivos conectados a internet, generando el temor a la vigilancia y las preocupaciones relacionadas con la privacidad (Karen Rose, Scott Eldridge, Lyman Chapin, 2015).

### 1.2.1.1 ¿QUÉ ES LA INTERNET DE LAS COSAS?

Por lo general, el término internet de las cosas se refiere a escenarios en los que la conectividad de red y la capacidad de cómputo, se extienden a objetos, sensores y artículos de uso diario que habitualmente no se consideran computadoras, permitiendo que estos dispositivos generen, intercambien y consuman datos con una mínima intervención humana. Sin embargo, no existe ninguna definición única y universal (Karen Rose, Scott Eldridge, Lyman Chapin, 2015).

### 1.2.1.2 TECNOLOGÍAS INSTRUMENTALES

El concepto de combinar computadoras, sensores y redes para monitorear y controlar diferentes dispositivos ha existido durante décadas. Sin embargo, la reciente confluencia de diferentes tendencias del mercado tecnológico, está permitiendo que la internet de las cosas esté cada vez más cerca de ser una realidad generalizada. Estas tendencias incluyen la conectividad omnipresente, la adopción generalizada de redes basadas en el protocolo IP, la economía en la capacidad de cómputo, la miniaturización, los avances en el análisis de datos y el surgimiento de la computación en la nube (Karen Rose, Scott Eldridge, Lyman Chapin, 2015).

### 1.2.1.3 MODELOS DE CONECTIVIDAD

Las implementaciones de la IOT utilizan diferentes modelos de conectividad, cada uno de los cuales tiene sus propias características. Los cuatro de los modelos de conectividad descritos por la junta de arquitectura de internet incluyen: Device to Device (dispositivo a dispositivo), Device to Cloud (dispositivo a la nube), Device to Gateway (dispositivo a puerta de enlace) y Back End Data Sharing (intercambio de datos a través del Back End). Estos modelos destacan la flexibilidad en las formas en que los dispositivos de la IOT pueden conectarse y proporcionar un valor para el usuario (Karen Rose, Scott Eldridge, Lyman Chapin, 2015).

### 1.2.1.4 POTENCIAL DE TRANSFORMACIÓN

Si las tendencias y proyecciones sobre el desarrollo de la IOT se convierten en realidad, esto podría obligar un cambio de mentalidad con respecto a las implicancias y problemas, en un mundo donde la interacción más frecuente con internet provendrá de la interacción pasiva con objetos conectados y no de una interacción activa con el contenido. La potencial realización de este resultado —un “mundo hiperconectado”— es una prueba de la naturaleza de propósito general de la propia arquitectura de internet, que no impone limitaciones inherentes a las aplicaciones o servicios que pueden hacer uso de la tecnología (Karen Rose, Scott Eldridge, Lyman Chapin, 2015).