

Capítulo **4** INTERNET DE LAS COSAS





4 INTERNET DE LAS COSAS

Máquinas que hablan con máquinas

JULIO MIRAVALLS

Internet nació en 1969. Durante más de 25 años fue apenas un artefacto de interés estratégico y académico. Era una red de seguridad para los militares estadounidenses, diseñado por su agencia de investigación científica y tecnológica DARPA, como un sistema resiliente de comunicación que, en caso de guerra nuclear, podría mantener el contacto de los mandos con las unidades gracias a su sistema de conexiones no lineales y descentralizadas entre nodos, todos de igual rango. La pérdida de uno no impediría llegar a los siguientes por otro camino. Para las Universidades, que tuvieron un papel relevante en su desarrollo (en especial Stanford y UCLA), se convirtió en un transporte perfecto para intercambiar información y documentos académicos.

El gran cambio se produce 20 años después, cuando Tim Berners Lee lanza en 1989 la idea del World Wide Web, con un lenguaje de descripción para los contenidos (html), un sistema de direcciones comprensible y fácil de recordar (urls), y un protocolo de comunicaciones para la navegación por hipertexto (http). En apenas 10 años la web, es decir internet, vivió una explosión de usuarios y contenidos al convertirse en un vehículo de contactos instantáneos o asíncronos prácticamente sin fronteras, de personas con personas, con grupos o con entidades.

El siguiente gran fenómeno tuvo lugar otros 20 años más tarde, cuando en 2009 el profesor del MIT Kevin Ashton acuñó el concepto de internet de las cosas (IoT), para referirse a un nuevo uso que empezaba a despuntar y desborda ya muy de largo los cientos de millones de comunicaciones por minuto que generan

los seres humanos: ahora son máquinas que hablan con máquinas.

Liberando un poco de dramatismo al concepto, la conversación entre máquinas no tiene por qué ser demasiado inteligente. Puede ir desde la sencilla transmisión de un dato contenido en dos bits cada cierto lapso de tiempo, hasta el intercambio constante de información tan compleja como las máquinas estén manejando. Pero lo abrumador del nuevo fenómeno es que ya no se trata de cientos de millones de comunicaciones por minuto, sino que la magnitud salta a miles de millones.

El internet de las cosas se basa en tres elementos: sensores que captan información del tipo que sea y la transmiten con la periodicidad que corresponda; la red de comunicaciones que transporta los mensajes; y sistemas que reciben la información, para almacenarla, procesarla, analizarla o advertir a un operario humano, según cuales sean los valores, urgencia y utilidad de los mensajes.

Es decir, un termostato o un temporizador que encienden y apagan un sistema de climatización según la temperatura o un horario preestablecido, no son parte del mundo IoT. Si cualquiera de ambos dispositivos está conectado a la red y cada vez que ejecuta una acción envía un mensaje de confirmación a un servidor, entonces sí está en el ámbito IoT, porque está transmitiendo datos, sea cual sea su valor e importancia, a otra máquina.

La amplitud del concepto se dilata sin límites. Las industrias con algún grado de automatización utilizan IoT, de manera más o menos intensiva, para controlar

los procesos, el estado de su maquinaria, y sus stocks de almacén e inventarios de producción. O para controlar la seguridad de las instalaciones. En las ciudades empiezan a proliferar cámaras que, con cierta polémica, aplican inteligencia artificial para identificar personas o detectar a aglomeraciones, tumultos u otros problemas y lanzar las alertas pertinentes.

Los captadores de información pueden ser de muy variados tipos, casi cualquiera que se pueda imaginar: medidores de temperatura, luz, presión, sensores de movimiento, barreras invisibles (con láser o infrarrojos), acelerómetros para percibir vibraciones, cámaras de vídeo o fotografía, en rangos de luz visible o no...

En mucha maquinaria industrial hay sensores que controlan sus puntos clave para vigilar si hay alteraciones inadecuadas en los parámetros de funcionamiento (exceso de temperatura, o cualquier otro síntoma medible), enviando en tiempo real los datos a un sistema IA para hacer mantenimiento predictivo, sabiendo por su comportamiento cuándo una pieza está próxima a fallar. El técnico interviene antes de que se produzca la avería y se evitan las visitas de revisión rutinaria.

La misma estrategia se utiliza en edificios para controlar el mantenimiento de ascensores y otras instalaciones susceptibles de monitorización, en trenes, en motores de aviación (aunque en este caso es menos frecuente el envío en tiempo real de los datos, que suelen descargarse al llegar a un aeropuerto).

Los particulares, a través de aplicaciones instaladas en su teléfono móvil, pueden monitorizar su domicilio y recibir mensajes de aviso, si hay alguna alteración no prevista, o interactuar por propia su iniciativa para echar un vistazo a la habitación de los niños, encender o apagar luces y otros dispositivos...

También ha empezado a desplegarse esta tecnología en el ámbito de la salud, para la atención de pacientes en recuperación o con problemas crónicos (por ejemplo, marcapasos conectados por internet) y se-

guimiento de personas mayores o con discapacidades que suelen estar mucho tiempo solos en casa.

Otro tipo de uso que anuncia la multiplicación de dispositivos y tráfico IoT es la irrupción de servicios relacionados con el automóvil. El tráfico en la ciudad puede ser gestionado con la información de sensores que cuentan la densidad de vehículos y los espacios aparcamiento. Y continuando por el coche conectado. Desde el año pasado ya es obligatorio que los vehículos nuevos que se venden en España incluyan un sistema automático de llamada a emergencias en caso de accidente.

Pero eso es una mínima aproximación al propósito de que el coche conectado esté emitiendo y recibiendo continuamente todo tipo de datos (localización, velocidad, incidencias, obstáculos), que, con los sensores estáticos, ayuden a crear un retrato en tiempo real del tráfico. A su vez, ese retrato es revertido a cada vehículo para ayudarle a trazar su ruta. La información se comparte por internet y eventualmente, entre coche y coche en proximidad, a través de una red local en el ámbito ciudadano. Es un paso previo a la llegada de los coches robóticos, sin conductor, para los que será una ayuda esencial para moverse por la ciudad.

EL PAPEL DE ESPAÑA

En las tecnologías IoT puede entenderse que el *hardware*, los diferentes tipos de sensores, ya está sometido a un cierto proceso de 'comoditización'. Hay fabricaciones masivas en países especializados en la producción con los que no hay mucho margen de competencia. Pero en el diseño de sistemas y aplicaciones las posibilidades son máximas.

El despliegue de dispositivos y la capa de software para gestionar su utilidad sólo parece requerir la formación específica de buenos desarrolladores, empresas especializadas y gente con imaginación para crear una industria de aplicaciones personalizables y a la medida. •



CON DATOS EN LA MANO

#4 Internet de las cosas

ANDRÉS VALDÉS

Internet de las cosas, o IoT en su acrónimo más extendido, es un concepto vago que, paradójicamente, describe bastante bien este campo tecnológico. Se habla de internet porque está basado en la transferencia de información en red y es de las cosas porque son objetos y no personas quienes recogen, comparten e interpretan los datos. IoT es la metodología para tejer el intercambio de información entre objetos y comunicar el mundo físico y el virtual, hasta hacerlos prácticamente indistinguibles. Gracias a esta tecnología es posible hacer una cartografía de lo que existe que recoge información de espacios desconocidos para la computación mediante sensores, contadores, medi-

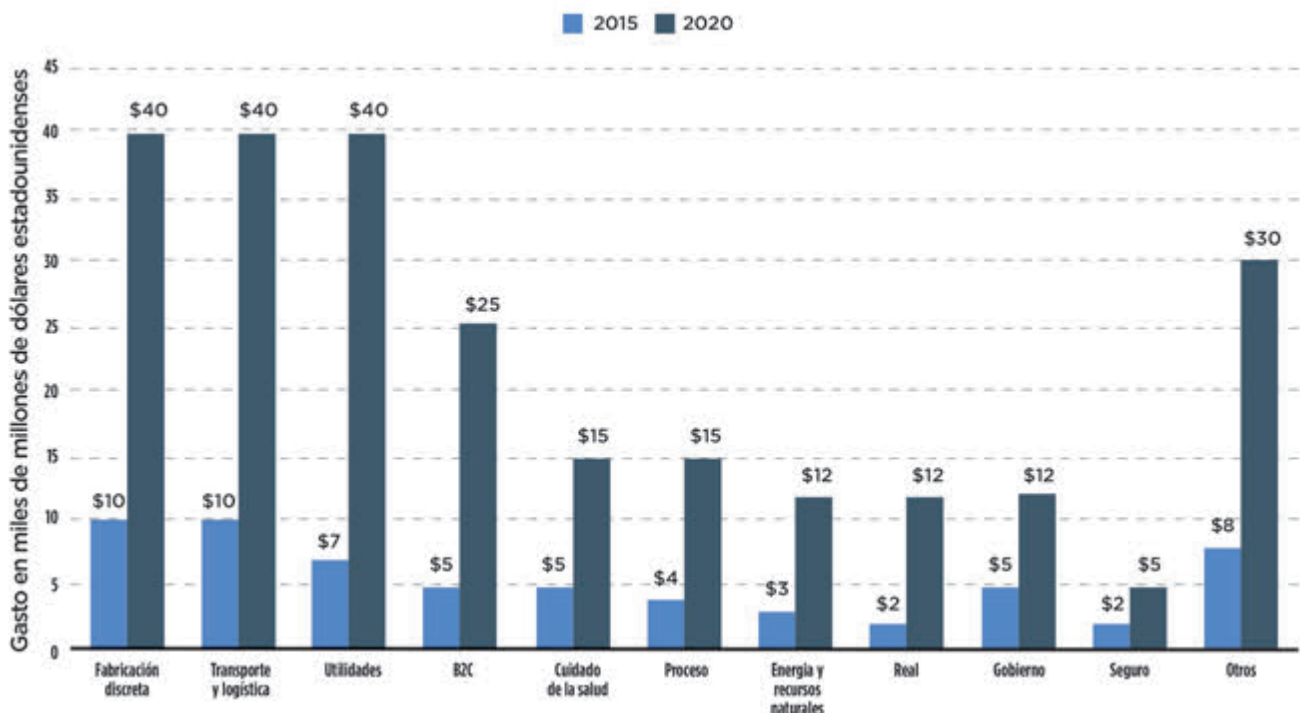
dores y gadgets. Internet de las Cosas es la antesala de lo que se conoce, también con notable imprecisión, como Internet de Todo¹; esto es, la integración en red de cosas, datos y personas.

A pesar de la sensación de omnipresencia tecnológica, nuestras vidas siguen estando muy desconectadas de los sistemas digitales. Son universos paralelos que hablan lenguajes distintos; uno, el de nuestras vidas, se expresa en analógico y otro, el de internet, el de la realidad tecnológica que nos rodea, se comunica en digital. En este sentido, el IoT consiste en dotar a los objetos de percepción y comunicación con los objetos en un esfuerzo por digitalizar el mundo con un nivel

¹ El Internet de Todo. BBVA, 2016

Fig. 1 GASTO MUNDIAL EN IOT POR INDUSTRIA

Por sector y en miles de millones de dólares. Datos de 2015 y proyección para 2020.



Fuente: Statista

de granularidad sin precedentes. Gracias al IoT podemos adquirir un conocimiento aumentado de la realidad ya traducido en lenguaje digital, de forma que los ordenadores puedan procesarlo y analizarlo. Por todo ello, el IoT tiene tantas implicaciones en Big Data e Inteligencia Artificial. Nuevos mercados, más eficiencia y más y mejores servicios. La IoT comunica y traduce el mundo real en datos con los que conocer y entender mejor la realidad que nos rodea y a nosotros mismos.

A finales de 2019 había 9.500 millones de dispositivos IoT conectados en el mundo² descontando móviles y ordenadores. En los próximos años, la demanda disparará la cifra hasta 28.000 millones en 2024³ y 40.000 millones en 2027⁴. El impacto en la economía de este grupo de tecnologías está estimado entre 4 y 11 billones de dólares en 2025⁵. La introducción de sensores y procesadores en transportes, instalaciones, maquinaria e incluso herramientas e instrumental genera ingentes

cantidades de datos y más capacidad analítica para predecir, optimizar y mejorar todas las operaciones⁶. (Fig. 1)

Las instalaciones IoT, con independencia de si los dispositivos se aplican a productos de consumo, industriales o a grandes sistemas como ciudades inteligentes, comparten una arquitectura común de tres elementos: sensores, redes y analítica⁷.

Los sensores captan una variable física, biológica o química y la traducen en señales que transmiten mediante una o varias pasarelas de red a un centro de datos, normalmente alojado en la nube, que almacena, procesa y extrae la información útil. Este sencillo esquema es, a día de hoy, una jungla de formatos, plataformas, lenguajes y protocolos que dificulta enormemente la interoperabilidad y la convergencia. Los principales problemas que afronta el Internet de las Cosas para normalizarse son la enorme fragmentación del mercado, la complejidad técnica de los proyectos y la falta de especialización profesional⁸. (Fig. 2)

² IoT 2019 in Review: The 10 Most Relevant IoT Developments of the Year. IoT Analytics, 2020

³ idem

⁴ The Internet of Things 2020. Business Insider, 2020

⁵ How can we recognize the real power of the Internet of Things?. McKinsey Digital, 2017

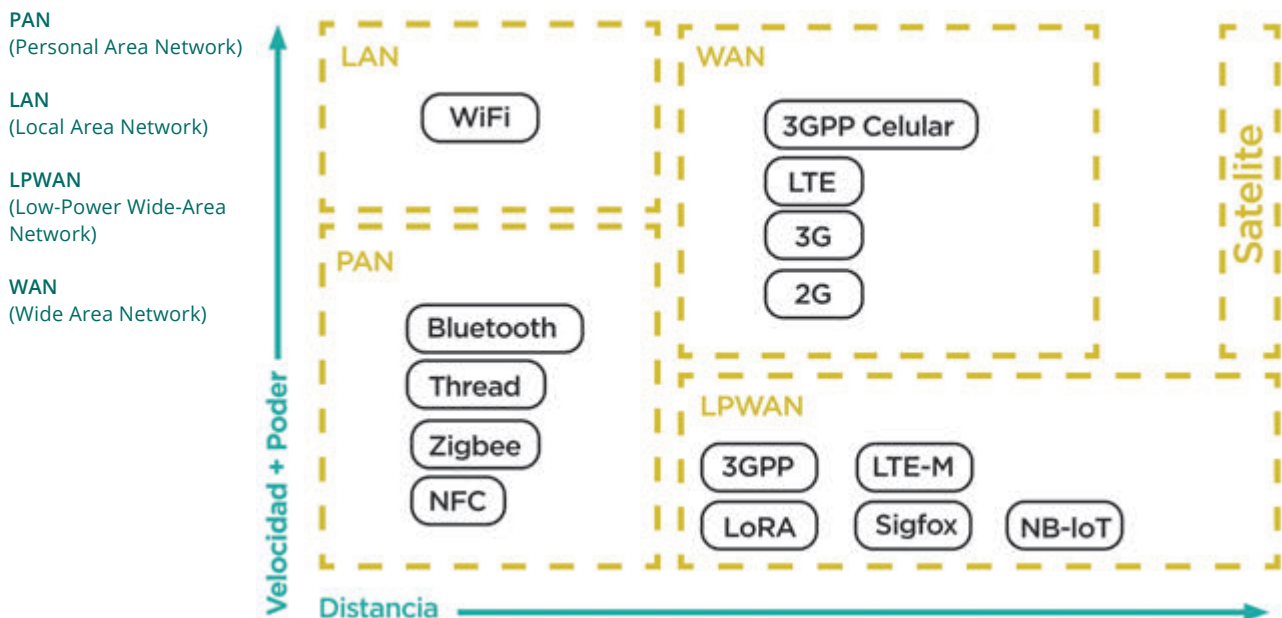
⁶ Internet of Things. The New Government to Business Platforms. Banco Mundial, 2017

⁷ idem

⁸ IoT Signals. Summary of Research Learnings 2019. Microsoft, 2019

Fig. 2 PRESTACIONES LAS REDES IOT

Las necesidades de conectividad de cada proyecto u objeto IoT son diferentes. La distancia de transmisión, junto con la velocidad y el consumo de energía, determinan el diseño de producto. Estas son las tecnologías más demandadas por los fabricantes.



Fuente: AVSYSTEMS. 2019

Por ejemplo, las funciones de un medidor de polución ubicado en una finca agrícola no son las mismas que realiza el sensor de temperatura de un altavoz inteligente doméstico ni el radar, sónar, cámaras y otros receptores que utiliza un coche autónomo. Por ello, los dispositivos IoT utilizan diferentes sistemas de conexión en función de su utilidad y capacidad. Las prestaciones de conectividad, como velocidad de transmisión, consumo de energía y rango de alcance, determinan gran parte del éxito o fracaso de las soluciones IoT. Parte del ecosistema está articulado por tecnologías populares como conexiones fijas, redes móviles 2G, 3G, 4G y 5G y conexiones inalámbricas Bluetooth y Wi-Fi. No obstante, la variedad de objetos y aplicaciones IoT ha abierto campo para redes de corto alcance por radiofrecuencia (NFC), sistemas de baja velocidad y consumo (ZigBee) o protocolos sistémicos para sensorización de ciudades y grandes explotaciones (LoRa, Sigfox o NB-IoT). Además, la propiedad o gratuidad de los espectros determina el coste y la seguridad que tienen las transacciones de datos.

Las plataformas en la nube soportan las estructuras IoT y reducen sus complejidades. Ellas son el media-

dor que reúne sensores, dispositivos, redes, datos y aplicaciones en un mismo sistema⁹. Las necesidades comunes entre los desarrolladores de servicios para procesamiento de datos así como gestión y diagnóstico de hardware y conexiones¹⁰ abren un enorme mercado para los gigantes de las TIC. Google, Amazon, Microsoft, IBM, Cisco, SAP, Bosch, General Electric o Salesforce son sólo algunas de las macrocorporaciones que han lanzado su propia plataforma IoT. (Fig. 3)

Algunos analistas han indicado que la normalización del ecosistema se producirá probablemente por selección natural en la competición entre empresas por imponer sus estándares tecnológicos en esta fase inicial del mercado¹¹.

La adopción más temprana de las distintas tecnología del IoT se está produciendo en la industrias sanitarias, gubernamentales, logísticas y mayoristas. El 85,6% de las empresas líderes a nivel global en estos

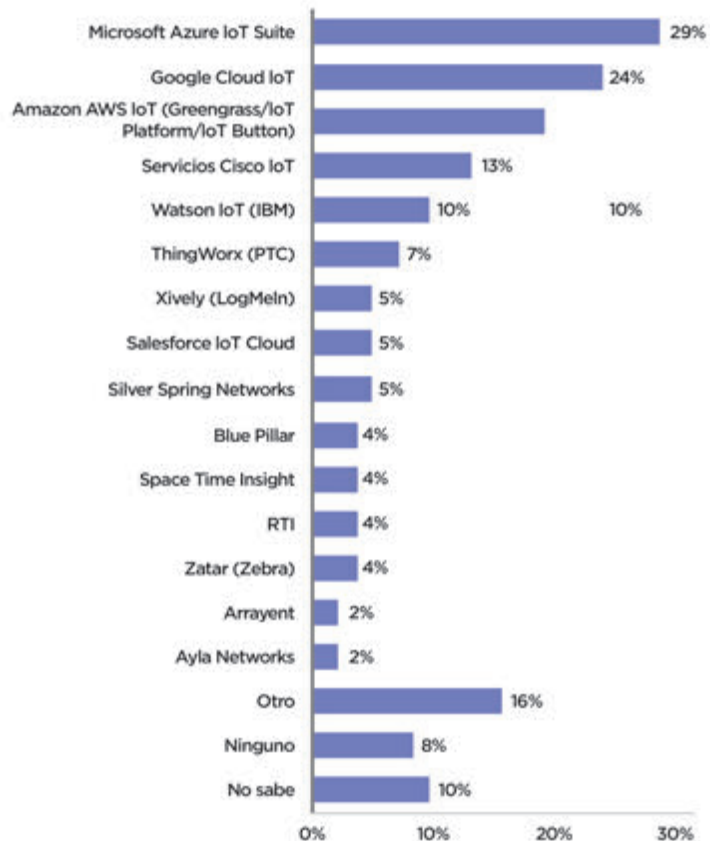
⁹ Top Seven IoT Platforms for 2018. Sam Solutions, 2018

¹⁰ IoT platforms: enabling the Internet of Things. IHS Markit, 2016

¹¹ Ten Trends of Internet of Things in 2020. BBVA OpenMind, 2019

Fig. 3 PLATAFORMAS MÁS UTILIZADAS LOS DESARROLLADORES

Principales soluciones tecnológicas en proyectos de software en IoT.



Fuente: Cowen Software Developer Survey, 2017

sectores tienen al menos un proyecto IoT en algún nivel de desarrollo. El 74% de ellas han superado la fase de pruebas y ya utilizan estos sistemas en el día a día, aunque sólo la mitad de los adoptadores califican de “alto” el uso que hacen sus empresas del IoT. Los directivos esperan un rápido retorno de inversión: un 30% en apenas dos años¹². Consideran, según la macroencuesta *Signals 2019* elaborada por Microsoft, que la ventaja del IoT es el aumento de la rentabilidad, la eficiencia y la calidad de sus procesos, aunque señalan como principales desafíos la dificultad técnica para implementar las soluciones, el diseño de aplicaciones adecuadas a su negocio y la seguridad. Existe un número importante de proyectos de IoT que no han superado todavía la fase de prueba de concepto. Además, la vulnerabilidad de estos sistemas nacientes motivó más de 100 millones de ataques a dispositivos IoT sólo en los seis primeros meses de 2019¹³. Las brechas de seguridad desincentivan la apuesta por este campo tecnológico

hasta en un 37% de las grandes empresas¹⁴. (Fig. 4)

Por regiones, las empresas de Asia-Pacífico lideran la transición del Internet de las Cosas desde el estado de planificación al de adopción temprana. Liderados por China, los países orientales son pioneros en operar plenamente con IoT en actividades empresariales internas y externas. EE UU y Europa van a la par y algo más retrasadas¹⁵.

La primera potencia asiática es además el mayor productor de tecnología aplicada en este campo. Con 41.845 patentes IoT presentadas en 2019, supera a EE UU (37.595) y al tercer país de la lista, Corea del Sur, con 5.516 licencias. Según Statista, España ocupa la última en el ránking de los diez países más activos en innovación IoT, con 2.784 aplicaciones registradas el año pasado¹⁶. (Fig. 5)

El gasto total en soluciones IoT en Europa está cre-

12 IoT Signals. Summary of Research Learnings 2019. Microsoft, 2019
 13 Over 100 Million IoT Attacks Detected in 1H 2019. Info Security, 2019

14 The IoT Business Index 2020: a step change in adoption. The Economist Intelligence Unit, 2020
 15 idem

16 Internet de las Cosas. Comparativa Internacional, España y Comunidades Autónomas. EAE Business School, 2020

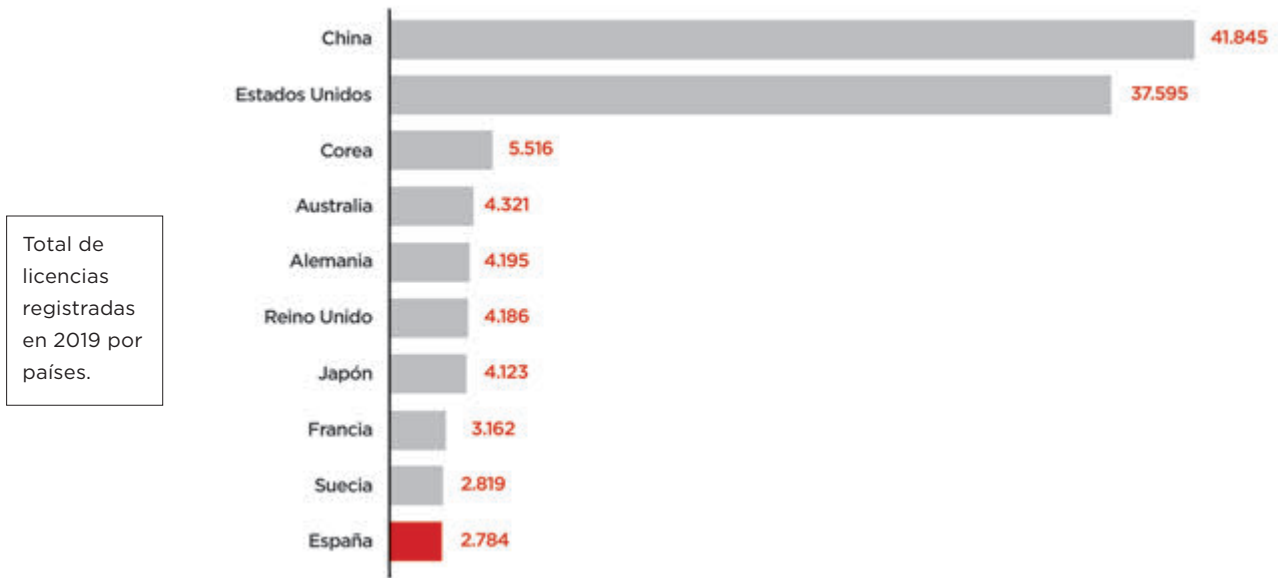
Fig. 4 PROGRESO DE LA ADOPCIÓN IOT

Los mayores avances en la incorporación del Internet de las Cosas en empresas se producen en operaciones internas. Sólo las compañías asiáticas han pasado a la fase de adopción temprana en todas sus actividades.



Fuente: The Economist Intelligence Unit, 2020

Fig. 5 **PATENTES MUNDIALES IOT**



Fuente: Statista/EAE Business School. 2020

ciendo con una tasa de doble dígito desde 2017. Algunos analistas de mercado como IDC estiman que supere los 240.000 millones de dólares en 2022¹⁷. Sin embargo, la adopción es desigual y varía en función del peso demográfico. El mercado del Internet de las Cosas está concentrado en 2020 en los países de mayor población del continente, con el Reino Unido (23%), Alemania (21%) y Francia (16%). Ellos concentran la mayor parte de las operaciones. España representa el 6% del negocio dentro del bloque.

Como quinto país europeo por inversión en estas tecnologías, España cuenta ya con más 6 millones de objetos conectados al IoT a través de las tres grandes teleoperadoras del mercado¹⁸. A gran escala, las principales inversiones se realizan en sensorización de ciudades y adopción de soluciones empresariales de automatización, ahorro de costes y experiencia de cliente.

La red española de *smart cities*, con 65 urbes sensorizadas, cuenta con Barcelona entre las tres ciudades del mundo más inteligentes, junto a Londres y Singapur¹⁹. Además, las comunidades autónomas han distribuido ayudas por valor de 69 millones de euros entre sus municipios para la transformación de destinos turísticos inteligentes. La digitalización urbana es, junto con

la industria, el transporte y la automoción, el sector con mayor mercado IoT en nuestro país²⁰. En 2023, el número de vehículos conectados crecerá un 78% respecto a los 5 millones registrados en la actualidad.

Sin embargo, los productos de consumo para doméstica y los dispositivos electrónicos personales captan cada vez más el interés de los ciudadanos. En comercio, la multicanalidad encuentra clientes cada vez más receptivos a que las tiendas incluyan soluciones IoT²¹. Es un hecho que el usuario español busca medir mejor todos los aspectos de su vida: los medidores multipropósito son, después de los relojes inteligentes, los dispositivos IoT más deseados²². La mitad de la población del país ya tiene algún nivel de conocimiento de lo que es el IoT²³.

El ecosistema tiene todavía gran complejidad, pero si algo resulta evidente es que si las grandes empresas se implican en esta oportunidad y si cuentan con el apoyo decidido de la Administración, el Internet de las Cosas nos permitirá trasponer el mundo físico en el digital en una de las grandes empresas de la primera mitad de este siglo. •

17 *Worldwide Internet of Things Spending Guide*. IDC, 2019

18 *España se lanza al boom del internet de las cosas con 6,5 millones de objetos conectados*. El Independiente, 2019

19 *España, quinto país de Europa en inversión en IoT*. Forbes, 2020

20 *Internet de las Cosas. Comparativa Internacional, España y Comunidades Autónomas*. EAE Business School, 2020

21 *Things Matter 2019. La experiencia del usuario de Internet de las Cosas en España*. Telefónica, 2019

22 *idem*

23 *Internet de las Cosas. Comparativa Internacional, España y Comunidades Autónomas*. EAE Business School, 2020