



accenture
Alto rendimiento. Hecho realidad.

El Internet de las Cosas

En un mundo conectado de objetos inteligentes

- Las «cosas» en el Internet de las Cosas
- ¿Cuál es el grado de inteligencia de los objetos actuales?
- Las tres capas básicas en el Internet de las Cosas
- El impacto en los negocios y la sociedad





Alto rendimiento. Hecho realidad.

Accenture colabora con la Fundación de la Innovación **Bankinter** en la realización de este estudio del Future Trends Forum (FTF) y ayuda en la difusión de los trabajos de este líder de opinión independiente sobre prospectiva e innovación. En este sentido, la compañía consultora pone a disposición del FTF todo su patrimonio de conocimiento y dilatada experiencia para hacer de las empresas e instituciones organizaciones de alto rendimiento.

Agradecimientos

Nuestro especial agradecimiento a todos los miembros del Future Trends Forum (FTF) que han hecho posible el éxito de nuestra última reunión, especialmente a aquellos que han participado activamente en la realización de esta producción:

■ Por su inestimable colaboración en la elaboración de esta publicación:

D. Gordon Feller	D. Paul Horn
D. Paolo Gaudiano	D. Joseph C. Kvedar
D. Juan José González	D. Paul Lalancette
D. Peter Hirshberg	D. Jong Lok Yoon
Dña. Emily Green	

■ En la organización y metodología de la reunión del Future Trends Forum:

D. Christopher Meyer	Dña. Harriet Harriss
D. Garrick Jones	D. Thomas Lee

■ Por su participación como ponentes en la reunión:

D. Paul Horn	D. Paul Lalancette
D. Neil Gershenfeld	Dña. Robin Chase
D. Juan José Gonzalez	D. Francisco Romero
D. Joseph C. Kvedar	D. Marc Bense
D. Thomas Lee	Dña. Emily Green
D. Paolo Gaudiano	D. Peter Hirshberg
D. Jens Schulte-Bockum	D. Adrian Wooldridge
D. Andrew Gilbert	D. Robert Hamilton

Además, también queremos expresar nuestro sincero reconocimiento a las personas del equipo, por su compromiso y buen hacer en el desarrollo del contenido de esta publicación:

Fundación de la Innovación Bankinter	Accenture
D. Juan Rosas	Dña. Eva López Suárez
Dña. Irene Ibarra	Dña. Cynthia Gregsamer
Dña. Andreea Niculcea	D. Javier Corsini Ramírez
Dña. María Teresa Jiménez	
Dña. Marce Cancho	
Dña. Julie Slama (hasta la fecha de realización de este estudio)	

Muchas gracias.

Fundación de la Innovación Bankinter

Índice

Agradecimientos	3
Resumen ejecutivo	6
Prólogo	8
1. Qué entendemos por «cosas» en el Internet de las Cosas	11
1.1. Instrumentar el planeta: el Internet de las Cosas como un sistema nervioso mundial	14
1.2. Un campo de datos global: cuando los datos se convierten en conocimiento	17
2. ¿Cómo de inteligentes son las cosas hoy día? Situación actual de una tecnología prometedora	21
2.1. Pasos iniciales: la adopción del IoT por parte de las industrias	26
El Internet de la Logística	26
El Internet de la Salud	28
El Internet del Medio Ambiente	30
El Internet de los Consumidores	31
2.2. El Internet de Todos: el teléfono móvil como sensor de difusión	32
«Ábrete, Sésamo»	33
Funcionalidad de a pie	33
Adiós al plástico	34
Participación sensorial	34
3. Entendiendo las tres capas básicas del Internet de las Cosas	36
3.1. La miniaturización: el 'hardware' que hace posible el IoT	39
¿Qué son capaces de hacer estos sensores?	40
Internet cero: las ventajas de la baja velocidad	41
3.2. ¿Está la infraestructura preparada para el IoT?: el punto de vista de los operadores	42
3.3. Extrayendo el valor de los datos: el papel del 'software' en el Internet de las Cosas	43
El filón de las aplicaciones	44

4. El impacto del Internet de las Cosas en los negocios y la sociedad	45
4.1. Consumidores conectados: el impacto del IoT sobre las personas	47
4.2. Hacia un nuevo modelo de negocio más colaborativo	49
4.3. La optimización de las cosas	50
5. Factores determinantes en el futuro del Internet de las Cosas	54
5.1. ¿El Internet de 'qué'? Principales obstáculos al Internet de las Cosas	57
Pesadilla en Bakersfield	57
Gran Hermano 2.0	59
«No me chilles, que no te veo»	59
Suma y sigue	60
El cuello de botella	61
¿Soluciones innecesarias para problemas sencillos?	61
5.2. ¿Quién, dónde y cómo se ganará el juego?	62
Los agentes del cambio	62
Algunos casos de éxito	65
El gigante del IoT: China	66
¿David frente a Goliat?	67
La infraestructura adaptativa	67
6. Conclusión	69
Apéndice	72
Glosario	73
Miembros del Future Trends Forum	75

Resumen ejecutivo

Qué entendemos por «cosas» en el Internet de las Cosas

El Internet de las Cosas (IoT) consiste en que las cosas tengan conexión a Internet en cualquier momento y lugar. En un sentido más técnico, consiste en la integración de sensores y dispositivos en objetos cotidianos que quedan conectados a Internet a través de redes fijas e inalámbricas. El hecho de que Internet esté presente al mismo tiempo en todas partes permite que la adopción masiva de esta tecnología sea más factible. Dado su tamaño y coste, los sensores son fácilmente integrables en hogares, entornos de trabajo y lugares públicos. De esta manera, cualquier objeto es susceptible de ser conectado y «manifestarse» en la Red. Además, el IoT implica que todo objeto puede ser una fuente de datos. Esto está empezando a transformar la forma de hacer negocios, la organización del sector público y el día a día de millones de personas.

¿Cómo de inteligentes son las cosas hoy día? Situación actual de una tecnología prometedora

Las aplicaciones del IoT que reciben más publicidad suelen estar muy orientadas al consumidor, pero resultan poco escalables a nivel industrial. La pregunta más lógica es si su implementación se extiende a sectores más amplios y si es capaz de redefinir sus procesos para crear eficiencia y valor perdurable. Los sectores de la logística y el transporte han sido de los primeros en sumergirse en el concepto del IoT con su adopción de las etiquetas RFID. En 2010, había cerca de 3.000 millones de etiquetas en circulación en el mundo. Sin embargo, solo se trata de los primeros pasos hacia la adopción generalizada de la tecnología en otras industrias. Se analizarán las primeras incursiones del Internet de las Cosas en sectores como el sanitario, el agrícola, la logística o el de suministros, permitiendo conectar todo tipo de máquinas para monitorizar y controlarlos de manera inteligente. También se explicará cómo el *smartphone* se está convirtiendo en los ojos y oídos de las aplicaciones; sensores de movimiento y ubicación nos dicen dónde estamos, lo que estamos viendo y la velocidad a la que nos movemos, en tiempo real.

Entendiendo las tres capas básicas del Internet de las Cosas

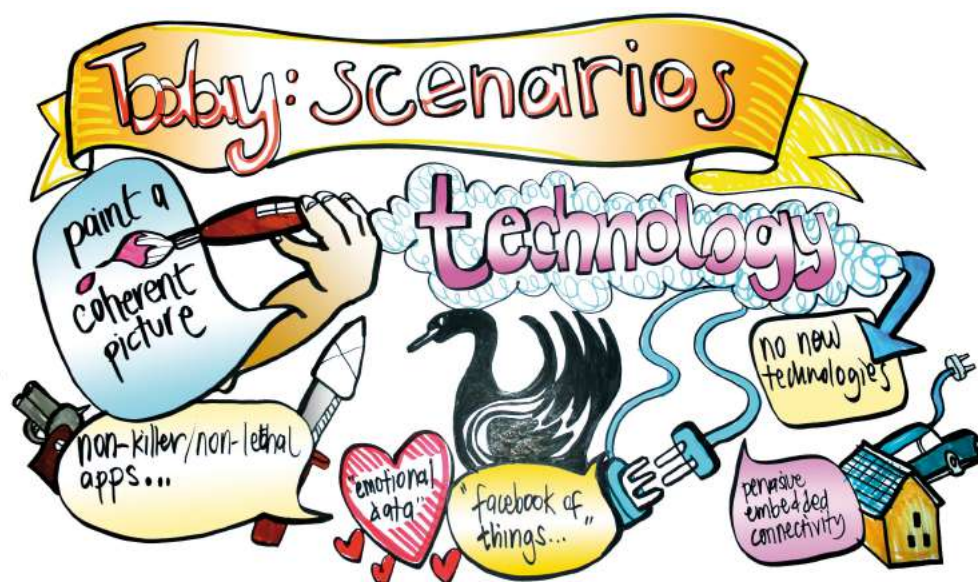
El fenómeno del Internet de las Cosas ha irrumpido a nuestro alrededor, dando vida a objetos cotidianos que se interconectan gracias a la Red y que constituyen fuentes inagotables de información. Para ello, ha sido necesaria la conjunción de tres fenómenos que posibilitan el empleo del IoT por los usuarios. Primero, la miniaturización por la cual los componentes de los ordenadores son cada vez más pequeños, lo que facilita que se pueda conectar prácticamente cualquier cosa, desde cualquier sitio, en cualquier momento. Segundo, la superación de la limitación de la infraestructura de telefonía móvil. Y, tercero, la proliferación de las aplicaciones y los servicios que ponen en uso la gran cantidad de información creada a partir del IoT.

El impacto del Internet de las Cosas en los negocios y la sociedad

El Internet de las Cosas constituye un avance con gran impacto sobre la sociedad y los negocios. Más de mil millones de usuarios de todo el mundo utilizan Internet tanto en su vida laboral como en la social y gracias a la tecnología *wireless* se han ampliado las posibilidades de interacción con la Red a cualquier lugar, en cualquier momento. A medida que la información y las personas están cada vez más conectadas, la tecnología sirve como herramienta de colaboración y toma de decisiones en un mundo en el que converge lo físico con lo digital. Dentro de la posibilidad de estar permanentemente conectado y localizable, está surgiendo una nueva generación de consumidores que da por hecho contar con conexión wifi y cualquier avance técnico que permita la movilidad.

Factores determinantes en el futuro del Internet de las Cosas

Con el Internet de las Cosas, se vislumbra un planeta 2.0 donde prima la inmediatez y los automatismos. Como suele ocurrir con estos avances, propios de las novelas de ciencia ficción, ¿estamos ante otra moda que tan pronto puede suponer un elemento disruptivo en el modo de vida actual, como caer en el olvido? Descubrimos tanto los factores que impulsarán su adopción generalizada como aquellos que pueden ralentizarlo. Además de los casos de éxito en Estados Unidos y Europa, se verá cómo países de economías emergentes poco a poco han empezado a despuntar en este terreno. Un caso representativo es el de China, que ha anunciado su intención de posicionarse como líder en la siguiente ola de innovación tecnológica.



Fuente: Ilustraciones resumen de las ponencias del Future Trends Forum.

Prólogo



Internet evoluciona para convertirse en el Internet de las Cosas que, a su vez, con el tiempo se transforma en el Internet de Todo, y a las personas, las Administraciones locales y los países les quedan profundas dudas económicas, sociales y hasta filosóficas. ¿Cómo encauzar la evolución en beneficio de la sociedad? ¿Qué impacto económico tendrá? ¿Quiénes la liderarán? ¿Quiénes ganarán y perderán? ¿Será una evolución inevitable o, incluso, deseable?

En el *workshop* de la Fundación Bankinter sobre el Internet de las Cosas se debatió acerca de todos estos fascinantes y peliagudos temas. Existe una analogía biológica entre Internet y la evolución humana que resulta especialmente apropiada, porque el Internet de Todo desde luego que incluirá la humanidad. Ya tenemos dispositivos con conexión a Internet pegados a las orejas, e incluso hay quien lleva aparatos incrustados que están conectados con su médico. Kevin Kelly describe el progreso tecnológico como parte inherente de la evolución humana en su nuevo y fascinante libro *What Technology Wants*. El Internet de Todo es un paso natural que hay que dar en este proceso en el que el mundo de lo «construido» se integra cada vez más con el mundo de lo «nacido». A medida que avanza la evolución, lo que quizá resulte aún más intrigante es que se pueda pensar en Internet como algo que transporta átomos, no sólo bits. Podemos capturar la esencia de un objeto físico en un diseño, transferir el diseño por Internet y después construirlo con una impresora tridimensional. No será el teletransportador de Star Trek, pero se trata un concepto incipiente que requiere una perspectiva completamente nueva y que conlleva nuevos conceptos sobre estándares en Internet. ¿Con qué se sustituirán el protocolo TCP/IP cuando necesitemos estandarizar el transporte atómico?; y ¿cómo se creará el nuevo estándar?

Desde una perspectiva más inmediata y menos filosófica, cabe preguntarse qué implicaciones económicas conlleva un mundo en el que más y más cosas se relacionan *on-line*. ¿Qué sectores acusarán el mayor impacto? En este punto, considero fácil argumentar que los cuidados sanitarios desempeñarán un papel de liderazgo. El paso de los cuidados sanitarios del hospital a los hogares se verá facilitado en gran medida por todo tipo de dispositivos de detección conectados a médicos y cuidadores. Por ejemplo, por un precio simbólico hoy se puede comprar una báscula que además del peso mide el nivel de hidratación y el porcentaje de grasa corporal. Añada una medición del pulso, conéctelo a Internet y podrá obtener un monitor excelente para pacientes con insuficiencia cardíaca y propensión a retener líquidos. Los ejemplos son muchos y el potencial de ahorrar costes y mejorar los cuidados resulta sorprendente.

Otro ámbito donde la conexión de cosas a la Red supondrá una revolución es el de la energía. Es necesario «gestionar el uso» de las redes eléctricas inteligentes a través de dispositivos conectados que transfieren cargas de trabajo secundarias a las horas bajas, en las que las tarifas son menores. Se pueden alcanzar ahorros de hasta un 20%. De la misma forma, las microrredes requieren una «gestión de fuentes» distribuida, una vez más algo que los dispositivos *on-line* serán capaces de proporcionar.

Pasemos a la electrónica y el ocio en el hogar. No se puede afirmar que el Internet de las Cosas será una revolución, porque en los países desarrollados la revolución ya ha tenido lugar y se ha establecido gracias a nuevos modelos de negocio, con

¿Cómo encauzar esta evolución en beneficio de la sociedad?

sus ganadores y perdedores. El contenido en *streaming* ya es la norma, y son habituales los modelos de micropago y otros similares.

El impacto del Internet de las Cosas en la industria de los medios de comunicación nos da una pista sobre los tipos de trabajos y oportunidades económicas que se crearán. En este sentido, los modelos de negocio emergentes se han inclinado sobremanera hacia los servicios. En algunos casos los servicios los ofrecen fabricantes tradicionales de dispositivos, como ocurre con el iPod de Apple, mientras que en otros casos lo hacen los proveedores de servicios tradicionales, como las empresas de telecomunicaciones. Sin embargo, independientemente del proveedor, la oportunidad se ha dado clara y principalmente en el sector servicios. Preveo que esta tendencia general se confirmará también en otras industrias. El Internet de las Cosas debería acelerar considerablemente la transformación hacia economías de servicios que se está dando por todo el mundo. En su libro *La zona de beneficios: cómo el diseño estratégico del negocio le conducirá a los beneficios del mañana*, Slywotzky, Morrison y Andelman escriben sobre la evolución de las industrias. Cuando son jóvenes, las empresas que participan en ellas tienden a integrarse verticalmente. Los beneficios proceden de productos identificables y de la propiedad intelectual. Conforme las industrias maduran, las compañías que funcionan con éxito en ellas participan en redes de valor en su interior, y una proporción mayor de los beneficios procede de los servicios. El Internet de las Cosas acelerará esta tendencia evolucionaria y liderará el crecimiento de las empresas de servicios. Los países y regiones que adopten esta tendencia serán los ganadores de una economía en crecimiento. Aquellos países que se centren en la fabricación a la antigua tendrán que luchar con otros en un segmento de mercado decreciente.

Paul Horn

Científico distinguido en Residencia y vicerrector de Investigación senior de NYU y exvicepresidente senior de IBM.

1 Qué entendemos por «cosas» en el Internet de las Cosas

- El Internet de las cosas: un sistema nervioso mundial
- Transformando la información en conocimiento

El *Internet de las Cosas* (IoT) es el título del Future Trends Forum 2010 organizado por la Fundación de la Innovación Bankinter. Sin embargo, el capítulo que sigue deja claro que el IoT ya está aquí: la miniaturización y otros adelantos tecnológicos ya permiten instrumentalizar y conectar prácticamente cualquier objeto. De hecho, los asistentes al Future Trends Forum escucharon hablar de una amplia variedad de aplicaciones que ya existen, desde los edificios inteligentes que han logrado reducir de forma espectacular el consumo de energía, hasta los frascos de pastillas que recuerdan a los pacientes que tomen su medicación. Entonces, ¿por qué se habla del IoT como una «tendencia futura»?

Como se describe con elocuencia, la velocidad de adopción del IoT por parte de la industria y los consumidores dependerá de varios factores: desde una perspectiva social, ya se han planteado preocupaciones respecto a la privacidad y la seguridad; desde un punto de vista tecnológico, la proliferación de dispositivos conectados requiere un drástico aumento de nuestra capacidad para almacenar y procesar datos. Ya estamos observando profundos cambios en la forma en que algunas empresas crean y gestionan los datos, como la mayor dependencia de las etiquetas de RFID para el seguimiento de los artículos de consumo a lo largo de las cadenas de suministro de las grandes empresas de venta minorista. Un signo más revelador de lo que está por venir es la llegada de modelos de negocio completamente nuevos para las TI, desde el *cloud computing* hasta las ciudades que se construyen alrededor de los centros de datos.

¿Llegará el Internet de las Cosas realmente a todas partes? Una vez que haya leído este capítulo, comprobará que, de hecho, muchas «cosas» ya están en la actualidad conectadas y que tenemos muchas razones para creer que, en este contexto, el futuro se nos está echando encima.

Paolo Gaudiano

Presidente y director de Tecnología, Icosystem

Vivimos en un mundo conectado. La red social Facebook se acerca a los 600 millones de usuarios¹ y hay muchas posibilidades de que cuando esta publicación sea divulgada este hito haya sido ampliamente superado. Casi 2.000 millones de personas se conectan a Internet², comparten información y se comunican a través de blogs, *wikis*, redes sociales y muchos otros medios más. Ahora, con el «Internet de todas las cosas» («The Internet of Everything») los objetos se unen a la conversación de un mercado de miles de millones de dólares y 50.000 millones de unidades conectadas³, y se estima que en el 2015⁴ existan ya 15.000 millones de objetos conectados. Este concepto, mundialmente conocido como el «Internet de las Cosas» («The Internet of Things»), consiste en que tanto personas como objetos puedan conectarse a Internet en cualquier momento y lugar. Tan simple como eso. Sin embargo, la sencillez de su definición no debe cegarnos frente a la complejidad de sus implicaciones. ¿Qué sucederá cuando casi todas las cosas estén conectadas a Internet? A esta pregunta intentamos dar respuesta a lo largo de esta publicación.

Cabe destacar el uso del futuro y no del condicional en el tiempo verbal de la pregunta anterior. No se trata de un error, puesto que no estamos hablando de una predicción. El Internet de las Cosas es una realidad muy presente que está evolucionando. Millones de dispositivos están siendo conectados entre sí a través de distintas redes de comunicación. Pequeños sensores permiten medir desde la temperatura de una habitación hasta el tráfico de taxis en una ciudad. A diario, cámaras de vigilancia velan por la seguridad en los edificios y los paneles del metro nos indican el tiempo que falta hasta la llegada del siguiente tren. Incluso en las multas de tráfico existe poca intervención humana. Cada vez más objetos están siendo integrados con sensores, ganando capacidad de comunicación, y con ello las barreras que separan el mundo real del virtual se difuminan. El mundo se está convirtiendo en un campo de información global y la cantidad de datos que circulan por las redes está creciendo exponencialmente⁵. Términos como *gigabyte* (mil millones de bytes) o *terabyte* (un billón de bytes) se están quedando desactualizados y dan paso a los *petabytes* (mil billones de bytes) o *exabytes* (un trillón de bytes) que reflejan más la realidad de la información global, pero que pronto pueden quedar también atrasados.

El Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) no es una idea nueva. A principios de los años noventa, Mark Weiser, director científico del Xerox Palo Alto Research Center, introdujo el concepto de «computación ubicua», que abogaba por un futuro en el que la computación desaparecería de nuestra vista, es decir, que formaría parte integral de nuestra vida diaria y resultaría transparente para nosotros⁶. Weiser no acuñó el término «Internet de las Cosas», que se atribuye al Auto-ID Center del Massachusetts Institute of Technology (MIT) a finales de los años noventa⁷. Sin embargo, la idea del IoT ha tomado relevancia práctica gracias a la rápida evolución de la electrónica durante la última década.

Esta evolución ha seguido el patrón marcado por el visionario Gordon Moore, cofundador del fabricante de microprocesadores Intel. Moore formuló su famosa predicción, conocida a nivel mundial como «Ley de Moore», en 1965, refinándola en 1975. En ella establece que el número de transistores que contiene un chip se duplica cada dos años aproximadamente⁸. Bien sea porque Moore fue capaz de predecir el futuro o porque los fabricantes de procesadores fijaron sus palabras como un objetivo a largo plazo, la Ley de Moore se ha venido cumpliendo durante

¹ <http://www.socialbakers.com/blog/100-facebook-reaches-another-milestone-600-million-users/>

² <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>

³ http://www.china.org.cn/business/2010-06/23/content_20325729.htm

⁴ <http://www.alcatel-lucent.com/new-thinking/market-growth/Internet-of-Things.pdf>

⁵ <http://www.youtube.com/watch?v=sfEbMV295Kk>

⁶ Weiser, M.: The Computer for the 21st Century. Scientific American 265(9):66-75 (1991).

⁷ <http://www.rfidjournal.com/article/print/4986>

⁸ http://www.intel.com/pressroom/kits/bios/moore.htm?iid=tech_moorelaw+body_bio

los últimos cuarenta años⁹. Funciones que décadas atrás requerían de un ordenador del tamaño de una habitación son hoy día realizadas con facilidad por simples dispositivos electrónicos del tamaño de una gota de agua. El tamaño, el coste y el consumo de energía del *hardware* se han reducido drásticamente, por lo que ahora es posible fabricar dispositivos electrónicos diminutos a un coste muy reducido. Estos pequeños dispositivos, junto con la expansión de las redes de comunicación, permiten incorporar inteligencia y conexión a los objetos del mundo real y están transformando lo que era una red global de personas en una red global de «todas las cosas».

A continuación se explica cómo el Internet de las Cosas es una tecnología que permite instrumentar los objetos que nos rodean y, si es ampliamente adoptado, tiene el potencial de cambiar radicalmente la forma de vivir y trabajar actuales. También se destaca la creciente cantidad de información y cómo los individuos y empresas pueden ganar en ventaja competitiva si logran transformar las nuevas fuentes de información existentes en valor económico real.

1.1. Instrumentar el planeta: el Internet de las Cosas como un sistema nervioso mundial

Paul Horn, científico distinguido en Residencia y vicerrector de Investigación senior de NYU, exvicepresidente senior de IBM y experto del Future Trends Forum, afirma que el mundo está siendo instrumentado e interconectado, a la vez que se vuelve más inteligente. Los objetos que forman parte de nuestra vida cotidiana siempre han generado gran cantidad de información, pero esa información estaba fuera de nuestro alcance. Con el IoT, pequeños sensores están siendo integrados en los objetos del mundo real y son instrumentos que proporcionan información de prácticamente todo lo que es posible medir. De esta manera, cada vez estamos más interconectados y las personas y objetos pueden interactuar de manera completamente distinta. Hoy día hay 1.000 millones de usuarios de Internet, 4.000 millones de personas con teléfono móvil y una lista interminable de objetos (coches, electrodomésticos, cámaras, etc.) conectados a Internet de una forma u otra¹⁰. A su alrededor, se construyen entornos «inteligentes» capaces de analizar, diagnosticar y ejecutar funciones, eliminando posibles errores humanos... para bien y para mal. Por ejemplo, una red eléctrica «inteligente» es capaz de detectar sobretensiones y de dirigir la electricidad por caminos alternativos para minimizar apagones. La duda es si estamos preparados para delegar este tipo de operaciones en procedimientos completamente automáticos.

Cualquier objeto es susceptible de ser conectado y «manifestarse» en la Red. Las etiquetas RFID (radio frequency identification, en español, «identificación por radiofrecuencia») son pequeños dispositivos, similares a una pegatina, que pueden ser adheridos a un producto, persona o animal para almacenar información relevante y dinámica. Mediante radiofrecuencia, la información viaja a un ordenador o dispositivo móvil con acceso a Internet. Dicha información puede ser recibida por un usuario para su interpretación. También existe la posibilidad de que el extremo final sea otra máquina que interprete los datos y actúe según parámetros preestablecidos (véase la ilustración 1).

⁹ <http://www.intel.com/technology/mooreslaw/>.

¹⁰ Presentación de Paul Horn en el FTF.

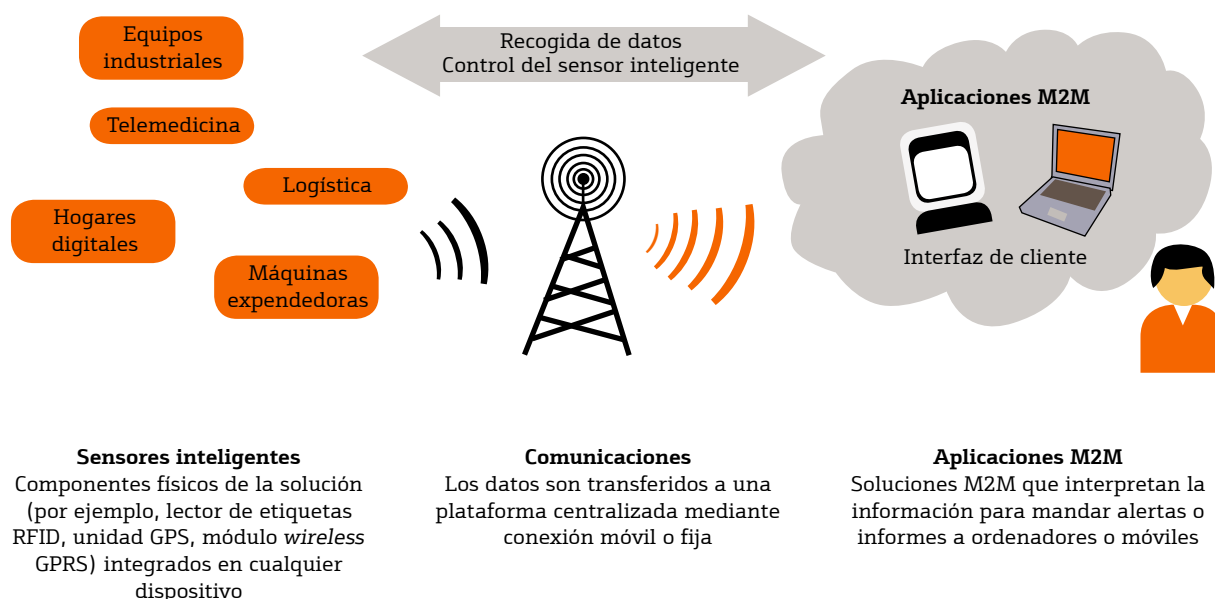


Ilustración 1: M2M: Cuando las cosas se vuelven inteligentes.
Fuente: Accenture (abril 2009).

La empresa [Violet](#) tiene un portafolio de lectores y etiquetas RFID que demuestran las diversas aplicaciones del RFID en nuestra vida diaria. Nabaztag es un dispositivo con forma de conejo que se conecta a la Red para leer el *e-mail*, informar del tráfico o escenificar todo tipo de situaciones con luces y movimientos de las orejas. Su segunda versión incorpora un lector de etiquetas RFID capaz de identificar objetos que las lleven y realizar acciones programadas. Por ejemplo, se puede colocar una pegatina RFID en una taza de café para que, en contacto con el lector RFID y el ordenador, abra una página web. Mandar una postal ya no volverá a ser lo mismo si se adhiere a ella una pegatina RFID que contenga las fotos y vídeos del viaje.

Sin embargo, este tipo de productos, por muy innovadores que sean, no dejan de estar muy orientados al consumidor pero resultan poco escalables a nivel industrial. La pregunta más lógica es si el «Internet de las Cosas» es aplicable a sectores más amplios y si es capaz de redefinir los procesos de estos para crear eficiencia y valor perdurable. Los sectores de la logística y el transporte han sido de los primeros en sumergirse en el concepto del Internet de las Cosas con su adopción de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia. En 2010, cerca de 3.000 millones de etiquetas RFID se encontraban en circulación en el mundo¹¹. Las compañías de logística pueden optimizar sus cadenas de suministro al conocer con precisión la posición de todas sus mercancías y los vehículos pueden circular sin detenerse en los peajes de las autopistas. Sin embargo, no son más que los primeros pasos en el IoT, a pesar de que estos dispositivos hayan revolucionado ambos sectores (véase la ilustración 2).

¹¹ Presentación de Paul Horn en el FTF.

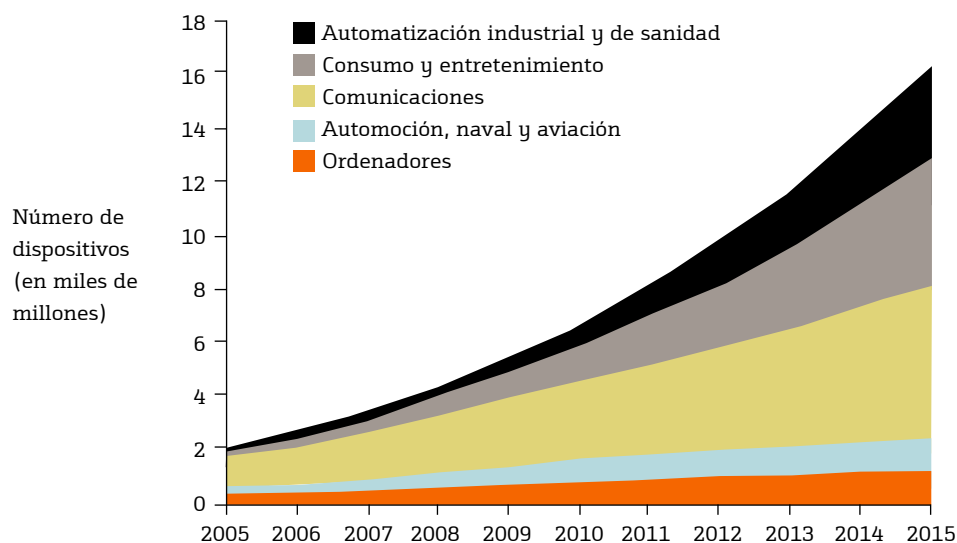


Ilustración 2: Dispositivos que se comunican por una red mundial.
Fuente: *Rise of the Embedded Internet*, White Paper Intel® Embedded Processors, 2009.

Una encuesta realizada a los expertos de Future Trends Forum desvela una conclusión en la misma línea (véase la ilustración 3). Un 69% de los encuestados piensa que el Internet de las Cosas se adoptará en menos de cinco años en los sectores de *retail* y logística. Los expertos también sostienen que la industria aeroespacial, automovilística y de aviación tardará más de ocho años en adoptar esta tecnología.

Si tiene la sensación de no saber por dónde empezar a explorar el mundo del Internet de las Cosas, le proponemos visitar el sitio web [Pachube](#), al que se suelen referir como «el Facebook de los sensores». Consiste en una plataforma de información en tiempo real de todos los individuos, organizaciones y empresas que interactúan en el «Internet de las Cosas» global. La infraestructura pone a disposición del gran público la construcción de productos y servicios IoT, además de que permite consultar la información de los sensores integrados en objetos y edificios en todo el mundo. Desde monitorizar la calidad del aire en determinadas ciudades, hasta controlar dispositivos domésticos cuando se encuentra de vacaciones, todo está al alcance del teclado.

¿Constituirá el Internet de las Cosas una tecnología de uso general capaz de afectar a la economía global como lo fueron la electricidad o el automóvil en su momento? Por un lado, puede que el IoT se desarrolle muy rápido en algunas áreas, como la automatización industrial, la sanidad y la seguridad, pero no acabe de despegar en la vida cotidiana, las empresas y el Gobierno. La posibilidad de ataques terroristas o la pérdida de privacidad jugarían un papel importante a la hora de determinar si los inconvenientes superan las ventajas de la tecnología.

Por otro lado, puede que el IoT tarde un poco más en adoptarse extensamente, de modo que las empresas y los gobiernos tengan tiempo de asimilar sus implicaciones e implementen las medidas necesarias para minimizar los riesgos asociados a la seguridad y la privacidad. Los sensores abarcarían todos los ámbitos, desde hogares hasta entornos de trabajo y espacios públicos, actuando de elemento

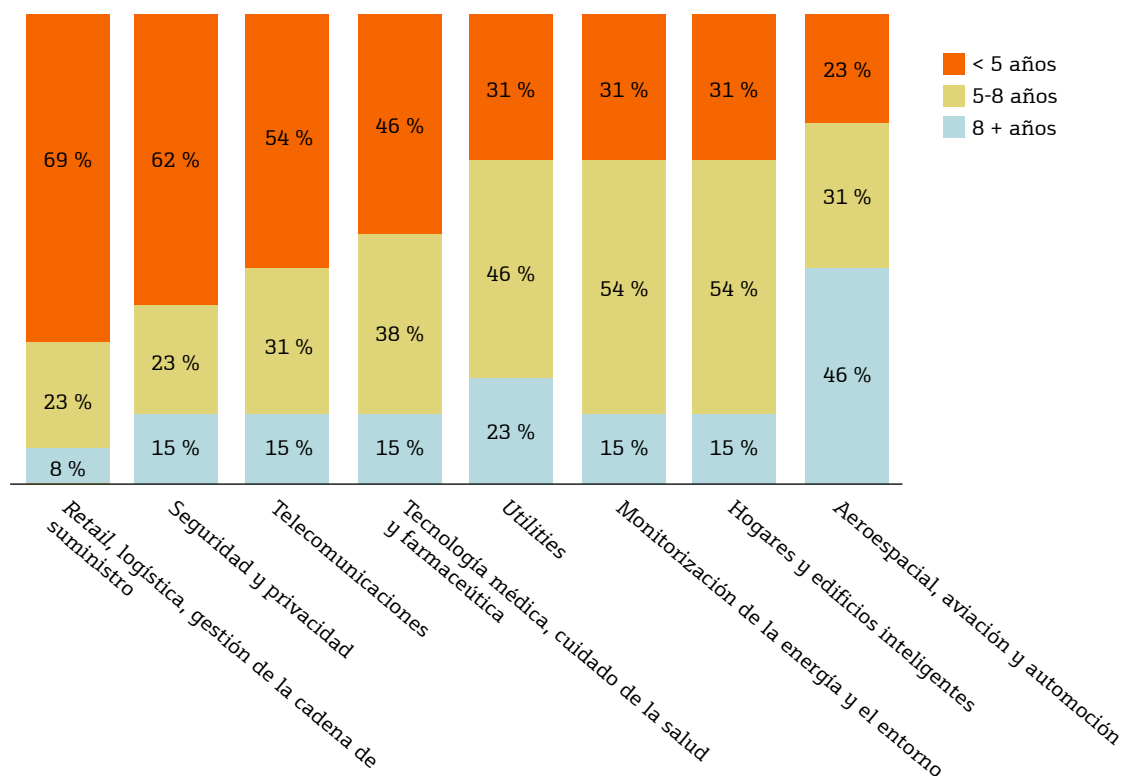


Ilustración 3: Velocidad de adopción del Internet de las Cosas en las distintas industrias.
Fuente: Elaboración propia.

disruptivo en el modo de vida actual. Neil Gershenfeld, director del Center of Bits and Atoms del MIT y experto del Future Trends Forum, cree que es importante «diferenciar el largo plazo y los sorprendentes pasos que se dan a corto plazo. Entender el largo plazo permite comprender lo que supone la revolución digital»¹².

1.2. Un campo de datos global: cuando los datos se convierten en conocimiento

Albert Einstein dijo una vez: «La información no es conocimiento». Si bien es verdad que hay más información al alcance de nuestros dedos de la que jamás se podría imaginar, a Einstein no le faltaba razón, porque separar el grano de la paja se presenta cada vez más complicado. Sólo el 5% de la información que se crea está «estructurada», es decir, se encuentra en un formato estándar de palabras o números interpretables por ordenadores. Lo demás son fotos y llamadas de teléfono que, en teoría, son más difíciles de recuperar y utilizar. Esto está cambiando con el etiquetado de fotos y el reconocimiento facial y de voz, que permite identificar personas y palabras *on-line*¹³. La pregunta es, ¿cuánta información hay ahí fuera?

El año pasado, el universo digital alcanzó los 800.000 petabytes (recordemos que un petabyte es un millón de gigabytes). Este año llegará a los 1,2 millones de petabytes o 1,2 zettabytes. En otras palabras, si se mantiene este ritmo, para el año 2020 el universo digital será cuarenta y cuatro veces más grande que en el año 2009 (véase la ilustración 4)¹⁴.

¹² «El reto del Internet de las cosas.» http://www.elpais.com/articulo/portada/reto/Internet/cosas/elpepatec/cib/20070517elpcibpor_1/Tes.

¹³ «All too much», *The Economist* (febrero 2010).

¹⁴ 2010 Digital Universe Study, IDC, mayo 2010, http://gigaom.files.wordpress.com/2010/05/2010-digital-universe-view_5-4-10.pdf.

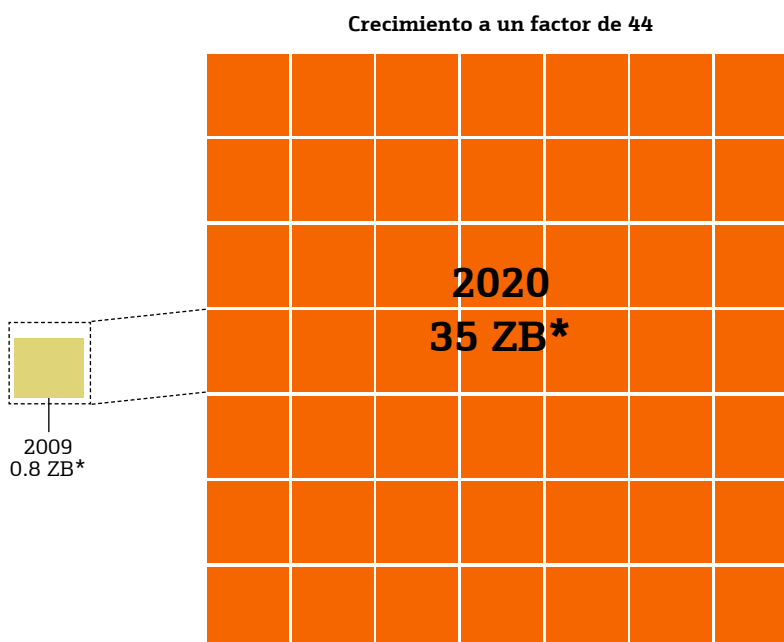


Ilustración 4: El universo digital 2009-2020.
Fuente: IDC Digital Universe Study, EMC, mayo 2010.
* Zettabyte = 1 billón de gigabytes.

Esta cantidad desmesurada de información está empezando a transformar la forma de hacer negocios, la organización en el sector público y el día a día de millones de personas. La empresa estadounidense Walmart, por ejemplo, maneja más de un millón de transacciones... a la hora. El Internet de las Cosas implica que todo objeto puede ser una fuente de datos y que el «comportamiento» de todo puede ser monitorizado a través del tiempo y el espacio. Por ello, el mundo va a estar repleto de información nueva a nuestro alcance. Ante esta cantidad creciente de información, no es de extrañar que empresas y emprendedores se encuentren en una carrera por innovar en términos de almacenamiento, velocidad, acceso y métodos de análisis de datos. Al igual que en la economía agrícola los factores productivos eran la tierra y la mano de obra, y el capital y los trabajadores lo eran en la industrial, la información se ha convertido en el factor productivo del siglo XXI.

El reto de cubrir esta necesidad creciente de gestionar la información resulta palpable en muchas iniciativas empresariales. Una de ellas es responder a la miniaturización de la tecnología, es decir, la tendencia a desarrollar sistemas y dispositivos cada vez más pequeños, ya que el espacio físico se agota. Desafiando la Ley de Moore, Hewlett Packard ha anunciado la creación de un dispositivo llamado *memristor* (del inglés *memory resistor*, resistente de memoria) que lleva el tamaño de un chip a escala atómica sin necesidad de corriente eléctrica¹⁵.

El almacenamiento de toda la información que fluye en Internet también es un negocio. Los expertos del Future Trends Forums aseguran que el negocio de los centros de datos como «hoteles» de los ordenadores en Internet está creciendo de manera exponencial. Es «temporada alta» para la información. Se dice que Google tiene más de treinta centros de datos, que equivalen a más de un millón de servidores. Para alcanzar el despliegue global de Google, Microsoft está invirtiendo

¹⁵ «H.P. Sees a Revolution in Memory Chip», *NYTimes.com* (abril 2010)
http://www.nytimes.com/2010/04/08/science/08chips.html?_r=1.

El negocio de los centros de datos como «hoteles» de los ordenadores en Internet está creciendo de manera exponencial; es «temporada alta» para la información

miles de millones de dólares en añadir hasta 20.000 servidores al mes¹⁶. Diversos factores, como el inmenso calor que desprenden y el consumo de energía que requieren, han obligado a situar estos centros de datos en los lugares más remotos del mundo. Se espera que en el año 2020, el consumo de estos centros equivalga al consumo actual de electricidad de Alemania, Canadá y Brasil juntos¹⁷.

Muchas empresas se han visto beneficiadas por el servicio de almacenamiento que ofrece Google. La virtualización o *cloud computing*¹⁸ permite que estas empresas aprovechen el mayor espacio y capacidad de procesamiento que ofrecen los centros de datos. De esta manera, no tienen que invertir en los costes fijos de implementar y mantener sus propias infraestructuras técnicas, sino que pagan una cuota mensual como si se tratara de cualquier otro suministro. Más adelante se verá cómo la disponibilidad de ancho de banda y direcciones IP en una Red que comienza a estar saturada se están convirtiendo en consideraciones de máxima prioridad.

Otra tendencia muy en boga son los metadatos, literalmente «datos de los datos» o «información acerca de la información». Imaginemos una lata que no hace falta abrir para saber lo que contiene, sino que basta con leer la etiqueta exterior. Se trata de una buena manera de controlar cómo los motores de búsqueda indexan los sitios web. En general, cualquier servicio que filtre u organice una vasta cantidad de información promete en el entorno actual, en el que la toma de decisiones se produce en cuestión de segundos y las empresas pagan altos precios por la posibilidad de hacerlo. Se espera que el mercado de programas para el análisis de datos crezca más de un 30% en menos de cuatro años, hasta alcanzar un total de 34.000 millones de dólares¹⁹.

Los expertos también están inmersos en el planteamiento de los algoritmos que den respuesta a un mundo ubicuo. La programación de los objetos para dotarlos de la habilidad de «comunicarse» resulta complicada, sobre todo teniendo en cuenta que deben interactuar con sistemas cada vez más diversos y autónomos. Gran parte del valor económico se centrará en los algoritmos que permitan la comunicación *machine to machine* y el desarrollo de servicios de *software*. [UbiComp Grand Challenge](#) es una iniciativa creada por las universidades de Nottingham, Oxford y Cambridge, entre otras, para fomentar la colaboración y dar respuesta al reto de la computación ubicua. En la medida en que seamos capaces de construir un engranaje central que permita poner en marcha una federación heterogénea de tecnologías de «Internet de las Cosas», se facilitará la interoperabilidad y se evitarán las barreras que lleven a su aceptación a gran escala²⁰.

Dada la importancia de procesar toda la información, el almacenamiento y la velocidad de búsqueda no constituyen los únicos retos. La habilidad para analizar mucha información en tiempo real es fundamental para las organizaciones, así como las oportunidades de mercado que puedan surgir para empresas que sean capaces de ofrecer este servicio. Compañías como [ThinkAnalytics](#) o [Praxis Softek](#) han entendido la importancia de la toma de decisiones en sectores como el comercio minorista. Al fin y al cabo, la rapidez y eficiencia en información son ventajas competitivas de cara a cliente. De esta manera, los datos pueden constituir sabiduría. En los círculos técnicos, se habla de la jerarquía DIKW (acrónimo en inglés de *data, information, knowledge, wisdom*). El nivel más básico son los «datos». Al dotar de contexto a un conjunto de datos, se obtiene «información». Esta información sólo será «conocimiento» si se sabe cómo utilizarlo. Por último, la «sabiduría» responde a por qué se está utilizando.

¹⁶ «Down on the server farm», *The Economist* (mayo 2008).

¹⁷ The Age of Exabytes, Audrey Watters, sponsored by HP (junio 2010).

¹⁸ Ver XIII Publicación del Future Trends Forum, *Cloud Computing: la tercera ola de las tecnologías de la información* <http://www.fundacionbankinter.org/es/publications/cloud-computing>.

¹⁹ «The IT paydirt», *The Economist* (noviembre 2010) <http://www.economist.com/node/17388298>.

²⁰ www.smart-systems-integration.com.

No cabe duda de que las empresas comienzan a invertir en servicios «inteligentes», además de las partidas más habituales de tecnologías de la información. Cada vez recurren más a proveedores externos que ofrecen soluciones potentes basadas en centros de servicios compartidos que permiten a las empresas dedicarse al *core* de su negocio, dejando a los proveedores actuar como «agregadores» de aplicaciones e infraestructuras.

Una vez establecidas las bases del Internet de las Cosas y tras haber entendido cómo se va a instrumentar un mundo ubicuo donde personas, objetos y máquinas tienen la posibilidad de interactuar traspasando las barreras del tiempo y espacio, a continuación se explorará el estado actual de las tecnologías.

2

¿Cómo de inteligentes son las cosas hoy día? Situación actual de una tecnología prometedora

- El Internet de las Cosas en los diferentes sectores
- 'Smartphones': los ojos y oídos de las aplicaciones



El Internet de las Cosas tiene un tono futurista, pero, en realidad, el uso de Internet para la comunicación de máquina a máquina está vivo, goza de buena salud y crece. Muchos segmentos de la industria están valorando lo útil que resulta obtener información derivada de sensores, compartirla a través de Internet y automatizar una respuesta. El denominador común es la eficiencia promovida por los sistemas de autocorrección. Existen infinidad de ejemplos que incluyen todos los sectores, desde la energía (edificios inteligentes) hasta la automoción (diagnóstico del motor que interactúa con instalaciones centrales a través de redes de satélite), pasando por la asistencia sanitaria, donde la introducción de constantes vitales está haciendo posibles programas personalizados derivados de *software* para el bienestar y la gestión de las enfermedades. Esta emocionante revolución lleva el poder de Internet a un nuevo nivel y este capítulo ofrece una visión en profundidad de los avances relacionados con ella.

Joseph C. Kvedar

Fundador y director del Centro de Salud Conectada

La tecnología de comunicación de máquina a máquina (M2M) lleva con nosotros desde hace más de una década en forma de gestión de flotas, redes de sensores y otras aplicaciones industriales, pero su progreso ha sido lento y se han hecho eco de él sobre todo las publicaciones especializadas. En la actualidad existen indicios de que la M2M está a punto de generalizarse y convertirse en el elemento que definirá la siguiente generación de numerosos productos y servicios centrados en el consumidor.

Ahora que las redes inalámbricas son fiables y accesibles en casi todo el mundo, nos encontramos con que los emprendedores de distintos sectores están participando activamente en la aplicación de la tecnología inalámbrica a sus propios productos y servicios. Este nuevo papel de la M2M está siendo impulsado por una avalancha de factores, entre los que se incluyen la necesidad que tienen los operadores inalámbricos de expandirse más allá de las comunicaciones de voz, las grandes reducciones en el coste de los *chipsets* inalámbricos y la conectividad inalámbrica, las regulaciones gubernamentales centradas en el ahorro de energía y la seguridad pública, y una demanda sin precedentes por parte de los consumidores de cualquier cosa que sea móvil, según indica la rápida aceptación del *smartphone* y las tabletas inalámbricas.

Dos de las nuevas aplicaciones más importantes para M2M son la gestión de la energía y el «coche conectado». Estas dos iniciativas se ven en parte impulsadas por las regulaciones gubernamentales. Empresas de suministros de red de todo el mundo están instalando redes inteligentes que conectan con contadores inteligentes para mejorar la eficiencia energética, y se están imponiendo sistemas de llamada de emergencia (como el sistema eCall en Europa) para agilizar la respuesta de emergencia en caso de accidente y ofrecer otras ventajas de seguridad pública. Sin embargo, la investigación de Accenture prevé que estos importantes proyectos gubernamentales pronto quedarán eclipsados por una oportunidad de mercado mucho más amplia impulsada por los consumidores. El contador inteligente es solo el primer paso hacia la automatización del hogar que, con el tiempo, abarcará casi todos los aparatos, dispositivos de entretenimiento y otros artículos domésticos. Del mismo modo, el automóvil conectado va a evolucionar para dar apoyo a una gran cantidad de nuevas funciones de información y entretenimiento. Al mismo tiempo, mercados totalmente nuevos, como la «asistencia sanitaria conectada» (o *mHealth*) se encuentran en sus etapas iniciales de desarrollo.

En resumen, muchas organizaciones de diferentes sectores se están dando cuenta de la importancia de la M2M para sus propios negocios. No obstante, como observamos en nuestra investigación, la incorporación de la conectividad a un producto tradicional supone una complicación importante tanto desde una perspectiva técnica como

desde el punto de vista de las empresas. El desarrollo de una solución de M2M efectiva requiere experiencia en tecnología de comunicaciones, *hardware*, aplicaciones de *software*, integración e implantación, y por lo general supone trabajar con múltiples agentes para obtener capacidades especializadas. Se necesita un examen de arriba abajo del proceso de negocio, ya que la incorporación de la conectividad suele desencadenar una transición desde un enfoque centrado en el producto hacia un modelo de negocio de servicio continuo que genera ingresos constantes a través de suscripciones o de ventas de productos complementarios.

La complejidad de las soluciones M2M hace que la coordinación con el socio adecuado constituya una decisión fundamental. Los Accenture Mobility Operated Services se encuentran a la vanguardia del ecosistema de M2M a la hora de abordar las necesidades de movilidad tanto genéricas como específicas del sector y a la hora de ofrecer una sólida plataforma de prestación de servicios gestionados que reduce los costes iniciales de desarrollo, agiliza el plazo de lanzamiento al mercado y proporciona una oferta de servicios integrales.

Espero que disfruten de este epígrafe sobre el grado de inteligencia de las cosas hoy día.

Paul Lalancette

Director de ventas internacionales M2M, Accenture

Del mismo modo que el siglo XIX fue el escenario de la Revolución Industrial, el siglo XX fue testigo de la Revolución de la Información. Con la aparición de las tecnologías TCP/IP, HTML y WiFi, aprendimos a «navegar» por la Red y a utilizar contenidos web. Luego vimos más nacer el *e-commerce* y asistimos a la explosión del *crowdsourcing* y el concepto «2.0». Está claro que la popularización de Internet y los avances en las telecomunicaciones han facilitado que todo esté cada vez más conectado. Pero, ¿qué es lo siguiente?

Como si anticipáramos una era en la que cualquier cosa es posible, el próximo paso se ha denominado «Internet de las Cosas». Más que imaginar lo que es posible, nos preguntamos qué *no* es posible. Al fin y al cabo, los sensores y dispositivos colocados en todo tipo de objetos y conectados a Internet a través de redes fijas e inalámbricas son cada vez más pequeños y baratos. Las redes son capaces de extraer un gran volumen de datos susceptibles de ser analizados por ordenador. Una vuelta de tuerca por la que los objetos ya no sólo hablan con nosotros, sino que también están dotados de la inteligencia para hacerlo entre ellos. Bienvenidos a la sociedad ubicua, en la que podemos estar en varios lugares simultáneamente.

En realidad, ¿cómo de inteligentes son estos dispositivos? A medida que se desarrolle la tecnología, la información recopilada será objeto de un análisis más exhaustivo, las decisiones que se tomen más acertadas y, de ser necesario, el lanzamiento de un proceso automático más óptimo. Con ello, la intervención humana se irá minimizando. Para el año 2012 se espera que más de 60 millones de dispositivos en Europa Occidental estén conectados y compartiendo información utilizando sistemas M2M (*machine-to-machine*, es decir, de una máquina a otra)²¹. Para entender esto, explicaremos la pirámide de la evolución de un objeto más inteligente de Accenture²². Empecemos por la base de la pirámide. En este nivel, el objeto cobra una identidad unívoca, por ejemplo, mediante una etiqueta RFID. En un segundo nivel, se utiliza la tecnología (GPS) para localizar la posición o trayectoria del objeto. Un nivel más arriba en la pirámide, se dota al objeto de estado, es decir, que sea capaz de comunicar su estado actual y sus propiedades. Por último, y en la cúspide, se dota al objeto de contexto para que sea «consciente» del entorno en el que se encuentra (véase la ilustración 5).

El ejemplo más típico no requiere que nos remitamos al mundo del Internet de las Cosas, porque ya lo tenemos en muchos hogares. Los termostatos de calefacción regulan la temperatura del ambiente, dependiendo de los grados que registren. Pero la conexión de los sensores a Internet los hará aún más sofisticados. Por ejemplo, se podrán integrar en prendas de ropa para que mida lo que pesa una persona y le den consejos de adelgazamiento, o podrá colocarse en neveras para que comprueben las existencias y hagan pedidos de comida automáticamente.

En este capítulo se va a explorar la aplicación de sensores y dispositivos en los sectores de la logística, la salud, el medio ambiente y los consumidores. Además, se tratará uno de los dispositivos que más va a fomentar la difusión del IoT: el teléfono móvil.

²¹ Estimación de IDATE sobre los módulos activos en Europa Occidental.

²² «Sensor Telemetry», Accenture 2005.



Ilustración 5: "La evolución de un objeto más inteligente" (*The Evolution of a Smarter Object*).
Fuente: Sensor Telemetry, Accenture 2005.

2.1. Pasos iniciales: la adopción del IoT por parte de las industrias

Imaginemos una ciudad del futuro. Una ciudad «inteligente» en la que los teléfonos móviles abren puertas, los sensores detectan fugas en las cañerías de agua y las vallas publicitarias cambian sus anuncios según el perfil de consumidor de las personas que pasan. Como veremos en el siguiente capítulo, el IoT se ha aplicado a todo tipo de industrias, como la sanitaria, agrícola, logística o de suministros, permitiendo conectar todo tipo de máquinas para monitorizarlas y controlarlas de manera inteligente. Estas industrias han evolucionado en mayor o menor grado dentro del terreno del IoT, situándose en distintos niveles de la pirámide de Accenture explicada anteriormente. No obstante, el objetivo común de todas es el incremento en eficiencia, la reducción de costes, la mejora en la toma de decisiones, el ahorro energético y la protección medioambiental.

El Internet de la Logística

En 2008 se produjo un incidente en China por la venta de leche para bebés adulterada con melamina. El escándalo se saldó con 300.000 bebés afectados, de los cuales murieron seis y otros ochocientos sesenta fueron hospitalizados. A día de hoy se sigue informando de casos que, aunque aislados, continúan siendo una preocupación social. ¿Se podría haber evitado la distribución innecesaria del producto en el mercado chino? Gracias al Internet de las Cosas y a las etiquetas RFID, probablemente se podría haber retirado la leche contaminada más rápidamente, ya que hubiera estado claro dónde se encontraban la mayoría de las partidas en cada momento.

La ciudad del futuro será una ciudad «inteligente», en la que los teléfonos móviles abren puertas y los sensores detectan fugas de agua

En realidad, cualquier empresa puede utilizar etiquetas RFID en su cadena de suministro. Si a esto añadimos una aplicación que permita visualizar en un móvil la información agregada de todos los productos de toda la cadena en un momento determinado, se estará reduciendo tiempo y recursos destinados al seguimiento de las operaciones de una empresa. El número de pedidos en curso, los niveles de inventario o los productos retenidos por defectuosos... toda esta información y mucha más se presenta en formato de texto o en gráficas fácilmente interpretables. En el mercado existen muchas empresas que se dedican a implementar estos sistemas integrales. Por ejemplo, todas las soluciones técnicas de la empresa [Softeon](#) están completamente integradas en Internet, haciendo que herramientas tradicionales como la gestión de almacenes y de órdenes de distribución sean accesibles a través de aplicaciones para *smartphones*.

También se puede controlar de manera remota la temperatura de ciertos procesos productivos mediante sensores. En la industria del papel, por ejemplo, son frecuentes los ajustes manuales de la temperatura en los hornos de cal. Con el uso de sensores de temperatura integrados, cuyos datos se utilizan para ajustar automáticamente la forma de la llama del horno y su intensidad, es posible aumentar la producción y mejorar la calidad del producto sin intervención humana²³.

Como se ha visto con el ejemplo de la leche contaminada, gracias a las etiquetas RFID es posible comunicarse con los objetos incluso cuando han traspasado la frontera de los almacenes de la empresa. La comunicación con estos objetos puede resultar especialmente útil a la hora de ayudar a las empresas a mejorar sus productos o diversificar la variedad para conectar mejor con el consumidor. Se trataría de obtener información valiosa, desde que el producto se encuentra en las estanterías de los comercios hasta que llega a casa del comprador para convertir esos productos *comoditizados* en servicios.

A finales de junio de 2010, la empresa de transportes danesa Container Centralen anunció que utilizaría la tecnología de sensores para que los agentes hortícolas puedan seguir el progreso de sus envíos a medida que avanzan por la cadena de suministro, de los productores a los mayoristas y minoristas, en cuarenta países en Europa. Al transportar flores y plantas de maceta, que son muy sensibles al medio ambiente, es importante vigilar las condiciones y el clima durante el viaje²⁴. En esencia, todos los responsables de logística podrían hacer uso de información al instante de las condiciones meteorológicas y de tráfico para planificar las rutas de sus camiones y aviones. De esta manera, aumentaría la eficiencia de su negocio al reducir costes y evitar un ajuste constante de la planificación de su actividad.

El Internet de las Cosas también va a llegar al espacio. La NASA planea utilizar más de quinientos sensores en los motores de sus naves para reunir información acerca de casi todos los aspectos de sus vuelos. Los ingenieros del proyecto dicen que mostrarán el trabajo de los motores en condiciones reales y pueden servir para crear modelos individualizados que eviten fracasos en el futuro²⁵.

²³ «Internet of Things», *The McKinsey Quarterly*, (marzo, 2010), https://www.mckinseyquarterly.com/The_Internet_of_Things_2538.

²⁴ «Top 5 Web Trends of 2009: Internet of Things», http://www.readwriteweb.com/archives/top_5_web_trends_of_2009_internet_of_things_1.php.

²⁵ «Sensor Telemetry», Accenture 2005, <http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/sensortelemetry.pdf>.

El Internet de la Salud

Normalmente uno va al médico cuando se encuentra mal o cuando se fuerza, una vez al año, a hacerse un chequeo médico. ¿Y si hubiera una manera de controlar nuestro cuerpo para garantizar que, en el momento en que sucediera algo anómalo, se nos informara de ello? También se podría decir: «nuestro cuerpo ya lo hace por nosotros, se llaman síntomas»; pero, ¿qué pasa con aquellas enfermedades que no tienen síntomas aparentes o que requieren un análisis bioquímico para salir de dudas? Un diagnóstico precoz es muchas veces la solución a enfermedades que pueden resultar mortales. Sería como tener un termostato corporal: en el momento en que detectara un problema, se lanzaría un aviso o, en algunos casos, desencadenaría el suministro de una dosis medicinal.

Los sensores del Internet de las Cosas hacen esto posible. Un ejemplo sería una pegatina que se adhiere al pecho para evitar ataques al corazón. Monitoriza la actividad y los niveles de fluidos en el pecho y con sólo sustituir la pegatina por una nueva cada semana, estará realizando un seguimiento continuo por conexión wifi.

Seguimos con más ejemplos. La empresa [Telcare](#) pretende sacar al mercado el primer glucómetro móvil que permita transmitir los resultados de un análisis a un centro médico para recibir asistencia instantánea *on-line*. El dispositivo cuenta con una pantalla de datos con conexión wifi y una ranura en la que se inserta una tira de papel con una gota de sangre. De esta manera se evitan desplazamientos innecesarios, la saturación de los centros médicos y los altos costes asociados. En Estados Unidos hay 20 millones de diabéticos y Telcare estima que el mercado para su dispositivo es de 8.000 millones de dólares²⁶. Desgraciadamente, su venta no ha sido aprobada aún por parte de la Food and Drug Administration (FDA) estadounidense.

STAR Analytical Services está desarrollando una aplicación que analiza la tos de un paciente a través de su teléfono móvil. El sonido concreto de una tos puede facilitar que un médico diagnostique de forma remota desde un resfriado hasta una neumonía. Para ello, se compararía el sonido con una base de datos de 1.000 perfiles²⁷. Otra manera de evitar varios viajes al médico es mediante aplicaciones como ARUP Consult y Care360, que envía los resultados de las analíticas al teléfono móvil del médico, quien contacta con el paciente vía correo electrónico con instrucciones si aparece algún valor anormal²⁸.

Gracias a [Quantified Self](#), una comunidad web que comparte un interés por el conocimiento de uno mismo a través de herramientas de autoseguimiento como el glucómetro de Telcare, disponemos de muchos casos acerca de la aplicación del IoT a la medicina. El uso de la nanotecnología permite monitorizar distintas partes de nuestro cuerpo y los datos pueden ser enviados a través de Internet para su diagnóstico. Gafas que revisan tus ojos y aconsejan correcciones, cuellos de camisa que analizan el sudor o cascos que miden la actividad cerebral... todo es posible en el Internet de la Salud (véase la ilustración 6).

Las iniciativas no se limitan a la asistencia a los pacientes. Los médicos se pueden seguir formando en el campo de la medicina, donde los constantes avances hacen

²⁶ <http://www.telcare.com/>.

²⁷ Cough Into Your Cell Phone, Get Diagnosis <http://news.discovery.com/tech/cough-cell-phone-diagnosis.html>.

²⁸ *How Smartphones are Changing Health Care for Consumers and Providers*, California Healthcare Foundation, abril, 2010.

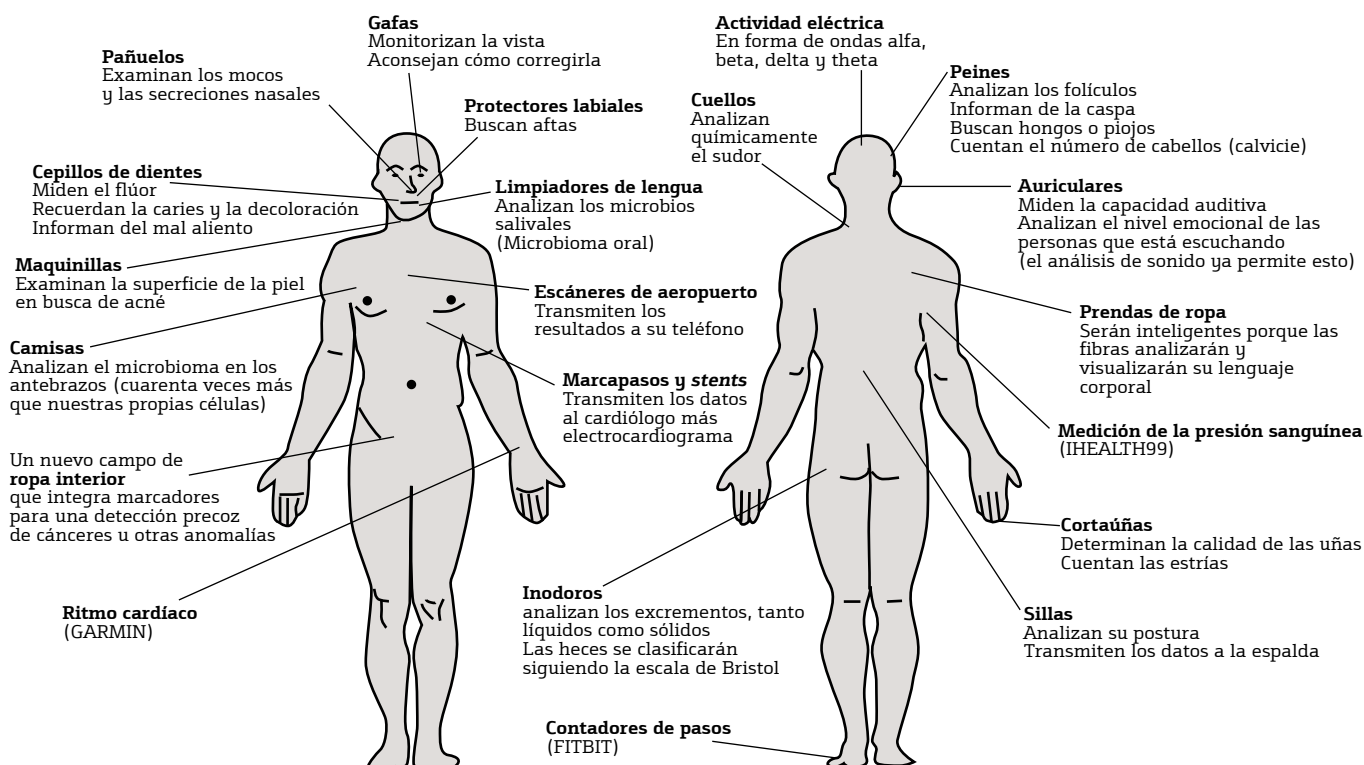


Ilustración 6: El Internet de la Salud.

Fuente: <http://quantifiedself.com/>.

necesario que estén al día en tratamientos innovadores y técnicas mejoradas. Para ello, aplicaciones como [Epocrates Mobile CME](#) ofrecen a los médicos una manera de seguir aprendiendo desde sus teléfonos móviles mediante casos clínicos disponibles *on-line*.

Por último, cabe destacar el robot de Swisslog, un proveedor global de soluciones integradas de logística. Es capaz de reunir las dosis diarias de múltiples pacientes y registrarlas mediante RFID antes de que el sanitario las entregue al paciente. De esta manera, se evitan los errores y se mantiene un control férreo del suministro de medicamentos en los hospitales.

No obstante, el uso generalizado de algunas de estas iniciativas se ve ralentizado por la falta de aprobación de la FDA estadounidense. El creciente envejecimiento de la población ha situado la sanidad mundial entre la espada y la pared, y hacen falta especialistas para atender a todo el mundo. Quizá la promesa de un sistema menos saturado impulse la racionalización de la atención sanitaria requerida, distinguiendo entre la necesidad de una consulta en persona y la posibilidad del autodiagnóstico (siempre en casos determinados y sin sustituir completamente la opinión de un profesional).

El Internet del Medio Ambiente

El experto del Future Trends Forum [Paul Horn](#) ilustra la necesidad de progreso en el cuidado del medio ambiente con cifras: 170.000 millones de kilovatios hora se malgastan cada año por parte de los consumidores debido a la falta de información sobre el uso de energía. Habla de 3.700 millones de horas de trabajo perdidas, o de 8.700 millones de litros de gasolina derrochados –sólo en Estados Unidos–, porque las personas no son eficientes a la hora de trabajar o de trasladarse a su lugar de trabajo, respectivamente. También denuncia que 100 millones de personas en todo el mundo son arrastradas al umbral de la pobreza por culpa de los gastos de asistencia sanitaria personal.

Por todo ello, Horn propone el Internet de las Cosas como solución a algunos de los problemas medioambientales que nos amenazan hoy día. La iniciativa IBM Smarter Planet aporta casos de éxito: por un lado, un 10% de ahorro en el coste de la energía cuando Pacific Northwest National Laboratory permitió a sus abonados controlar sus electrodomésticos conectados por Internet, decidiendo cuándo se debían encender y apagar. Por otro, un 20% menos de tráfico, un 12% menos de emisiones y 40.000 usuarios más del transporte público en Estocolmo gracias al establecimiento de iniciativas de control de tráfico, como un peaje de coches en la ciudad, entre otras.

Los edificios «inteligentes» constituyen el mejor ejemplo de la aplicación de Internet a un objetivo medioambiental. En Estados Unidos, los edificios consumen el 70% de toda la electricidad, de la cual un 50% se malgasta. Además, un 50% del agua que consumen también es derrochada. Para subsanar este tipo de situaciones, se dota a muchos edificios de *smart grid*, una red que permite optimizar la generación y el consumo de energía gracias a una serie de medidores inteligentes que eligen las mejores franjas horarias entre empresas eléctricas y discriminan entre horarios de consumo. El resultado es un consumo más sensato y económico.

Ante la imperativa necesidad de controlar el consumo de manera más eficiente, se están creando espacios de oficinas «verdes» en el complejo [GreenSpaces](#) de Delhi (India)²⁹ o el proyecto [Smart IPv6 building](#), con un programa piloto en Ginebra (Suiza). También tenemos el caso de Dubuque, en Iowa, que representa el esfuerzo de toda una ciudad por convertirse en la primera ciudad inteligente e integrada de Estados Unidos. En 2010 instalaron sistemas de control que analizaban la interacción entre los suministros de agua y electricidad y el transporte. Más de trescientos voluntarios accedieron a que se instalaran también medidores inteligentes que analizaban el consumo y lo transmitían por wifi cada quince minutos para que el usuario pudiera comprobarlo *on-line*. El programa [Dubuque 2.0](#) tiene como objetivo reproducir la experiencia en otras ciudades estadounidenses. No obstante, en el capítulo 5 se verá cómo el IoT no distingue las fronteras entre los países desarrollados y emergentes, dado que las iniciativas están surgiendo a lo largo y ancho de nuestro planeta.

Por último, se puede destacar el [Ambient Devices' Energy Orb](#), un dispositivo que cambia de color para mostrar información acerca del estado de la red inteligente. De esta manera, los consumidores saben cuáles son los horarios más caros de los suministros domésticos y hacen de sus propios hogares «edificios inteligentes». Esta no es la única manera en la que los consumidores se pueden conectar a la Red para interactuar con el mundo de objetos del Internet de las Cosas. A

²⁹ «Constructing a Smarter Planet, one building at a time», IBM Smarter Planet http://www.ibm.com/smarterplanet/global/files/us_en_us_buildings__green_buildings.pdf.

continuación se verán más casos en los que el consumidor ocupa un papel protagonista.

El Internet de los Consumidores

Es obvio que el Internet de las Cosas beneficia al consumidor gracias a una tarificación más transparente de los servicios que consume. No resulta necesariamente más barato (el caso de Bakersfield, en el capítulo 5, es un buen ejemplo de ello), pero sí promueve que el usuario sea más consciente de su consumo. Esto es así porque los sensores permiten registrar constantemente una actividad, lo que lleva a poder tomar decisiones en base a los resultados, como, por ejemplo, controlar el gasto en luz o agua. Sin embargo, en algunos casos sí se traduce en un beneficio económico para determinados perfiles de consumidores. Algunas aseguradoras de automóviles de Europa y Estados Unidos están instalando sensores en los vehículos de sus clientes para cobrarles en función de su comportamiento al volante en lugar de por criterios demográficos³⁰.

La cosa sigue de coches. Zipcar supone toda una revolución en el transporte de personas. Simplemente con apuntarse *on-line*, se podrá beneficiar del uso de un coche durante unas horas o todo el día. ¿En qué se diferencia de un simple alquiler de coches? En primer lugar, las zonas de recogida y devolución de los coches se encuentran en puntos estratégicos de toda la ciudad, a diferencia de las agencias de alquiler, que suelen tener pocas oficinas y no siempre en el centro. En segundo lugar, se ahorra tiempo y dinero. Alquilar un vehículo suele implicar papeleo molesto, mientras que con Zipcar, una vez que esté apuntado tan sólo tiene que acercar su tarjeta de miembro a la ventanilla del coche para que esté a su disposición a cualquier hora del día. En cuanto al coste, el alquiler de un automóvil puede llegar a suponer hasta 807 dólares al mes, frente a los 340 dólares que costaría utilizar Zipcar para varios trayectos durante la semana y una excursión de fin de semana³¹. Además de recortar los gastos fijos de poseer un vehículo, Zipcar ayuda al medio ambiente porque es una manera de compartir los que están en circulación. Cada Zipcar sustituye a un número de entre quince y veinte automóviles³².

³⁰ «Clouds, big data, and smart assets: Ten tech-enabled business trends to watch», *The Economist*, septiembre, 2010, http://www.mckinsey.com/mgi/mginews/ten_of_the_best.asp.

³¹ Cálculo de un coche mediano en el estado de California, incluyendo gastos proporcionales de letra del coche, gastos financieros, seguro, gasolina, impuestos, mantenimiento, aparcamiento, <http://www.zipcar.com/losangeles/rates/savings-compare-own>.

³² <http://www.zipcar.com/is-it/greenbenefits>.

³³ An Exploratory Look at In-Store Supermarket Shopping Paths, Jeffrey S. Larson, Eric T. Bradlow, Peter S. Fader (University of Wharton, abril 2005) <http://knowledge.wharton.upenn.edu/papers/1293.pdf>.

³⁴ «The 'Traveling Salesman' Goes Shopping: The Efficiency of Purchasing Patterns in the Grocery Store», *Knowledge@Wharton*, enero, 2007. <http://www.knowledgeatwharton.com.cn/index.cfm?fa=viewArticle&articleID=1546&languageid=1>.

El Internet de las Cosas también puede arrojar luz sobre algunos patrones del consumidor, lo cual resulta extremadamente valioso para las marcas y comercios. El estudio de unos profesores de marketing de la Wharton School reveló la actividad de los clientes de un supermercado al hacer la compra. Mediante una etiqueta RFID fijada al carrito, pudieron monitorizar y agregar los datos relativos a velocidad de compra y recorrido físico por un supermercado³³. La empresa que diseñó la tecnología conocida como PathTracker[®] afirma que sólo entre el 20% y 30% del tiempo de un comprador es invertido realmente en adquirir los productos³⁴. Estos resultados aportan información valiosa sobre el comportamiento del consumidor que las empresas pueden utilizar, por ejemplo, para decidir cómo aprovechar el 70% del tiempo restante. Además de mejorar la distribución de la tienda e identificar los espacios más rentables, el hecho de saber cómo compran los clientes crea una nueva dimensión de marketing en la cual las empresas intentarán influenciar con medios electrónicos las rutas que se toman.

En resumidas cuentas, puede que resulte un tanto extrema la intención del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de asignar un número de identificación a cada vaca para poder localizar mediante tecnología RFID la granja

El Internet de las Cosas no resulta necesariamente más barato, pero sí promueve que el usuario sea más consciente de su consumo

originaria de una enfermedad, pero no cabe duda de que en los próximos años vamos a ver el Internet de las Cosas tomando forma en distintas iniciativas y aplicaciones que pretenden conceder un grado mayor de instantaneidad a nuestra vida cotidiana. De hecho, gran parte de la difusión vivida por el IoT es gracias al teléfono móvil, a través del cual las personas se convierten en sensores en sí mismas.

2.2. El Internet de Todos: el teléfono móvil como sensor de difusión

Seguro que lo ha visto: gente tecleando sin parar en los autobuses, consultando cómo llegar a los sitios con un solo clic o subiendo una foto a una red social en plena calle. Los *smartphones* están de moda. Quienes creen que las funciones de su móvil se reducen a realizar llamadas, enviar mensajes de texto y, como mucho, despertarlos por la mañana, están a punto de descubrir que los teléfonos móviles ofrecen mucho más que eso. El «teléfono inteligente» (*smartphone*, en inglés) es el término comercial para denominar a un teléfono móvil cuyo funcionamiento gira en torno a la conexión a Internet y al uso de un teclado similar al de un ordenador. A veces se presenta en formato de pantalla táctil y, en todo caso, viene provisto de menús y atajos como parte de un sistema operativo que facilita su uso. Además de soportar el envío y recepción de correos electrónicos, los *smartphones* permiten la instalación de aplicaciones que realizan una función específica para el usuario, como procesadores de textos, bases de datos, programas de edición de imágenes o *chats*. Las marcas más conocidas en España son Blackberry y iPhone, aunque también empiezan a despuntar los modelos que funcionan con el sistema operativo Android. El nuevo informe de IDC cifra en 302,6 millones los *smartphones* que existían en todo el mundo en 2010, lo que significa un crecimiento del 74,4% con respecto al año 2009³⁵.

No obstante, ¿qué relación guardan los *smartphones* con el Internet de las Cosas? Muy sencillo: «Nuestros móviles y cámaras se están convirtiendo en los ojos y oídos de las aplicaciones; sensores de movimiento y ubicación nos dicen dónde estamos, lo que estamos viendo y la velocidad a la que nos movemos. Los datos se están recopilando y se está actuando en tiempo real en base a ellos. La escala de participación se ha incrementado en órdenes de magnitud»³⁶. Los *smartphones* contienen multitud de sensores de sonido, luz o aceleración que recogen información y la envían a Internet. A medida que más usuarios entren a formar parte de la plataforma y se generen más datos, se desarrollarán más aplicaciones para aprovechar el filón. Algunas de ellas no son más que puro entretenimiento, otras se presentan como soluciones efectivas a problemas reales. ¿Algunos de sus usos más insólitos? Una aplicación que sopla velas, otra que resuelve cubos de Rubik o *sudokus*, *Trapster*, que permite a sus usuarios compartir los controles de velocidad de carretera con otros miembros, o *WideNoise* que mide la contaminación acústica.

En el otro extremo, existen aplicaciones para *smartphone* que van a revolucionar la logística y la sanidad, tal y como se ha visto en el punto anterior. Tanto es así, que en febrero de 2010 había 5.805 aplicaciones médicas, de salud y *fitness* en la tienda de aplicaciones *on-line* de Apple. Si bien es verdad que sólo el 27% estaban dirigidas a profesionales (y el resto a pacientes y usuarios finales)³⁷, las aplicaciones pretenden cubrir cada vez más las carencias de nuestros saturados sistemas de sanidad en aspectos delegables a dispositivos que, por ejemplo, se encarguen de monitorizar enfermedades crónicas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que descargarse una aplicación no te convierte automáticamente en licenciado en medicina, por no mencionar que encontrar exactamente la aplicación que se necesita de entre las 5.805 puede resultar misión imposible.

³⁵ <http://www.celularis.com/smartphones/smartphones-2010.php>.

³⁶ Tim O'Reilly and John Battelle, «Web Squared: Web 2.0 Five Years On», *Web 2.0 Summit*, 2009.

³⁷ «How Smartphones Are Changing Health Care for Consumers and Providers», *California Healthcare Foundation*, abril, 2010.

Que se llamen teléfonos inteligentes no es una casualidad. Aunque la mayoría de los usuarios todavía no han descubierto todas las posibilidades de estos móviles de última generación, las empresas sí son conscientes de la importancia de adelantarse en el mercado. Los expertos apuntan a que el éxito depende en gran medida de una buena experiencia del consumidor a través de una propuesta fácil de manejar y una cobertura de red óptima. A continuación se señalan algunas de las iniciativas empresariales que se están poniendo en marcha para acelerar la convergencia del mundo real y virtual, entre ellas una forma de identificación para acceder a espacios restringidos, la provisión de información específica en función de la localización, un medio de pago y una forma de «participación sensorial».

«Ábrete, Sésamo»

Empresas como Assa Abloy y OpenWays han puesto en marcha un sistema para abrir la puerta de la habitación de hotel mediante el *smartphone* como si de un mando a distancia se tratara³⁸. Mediante una confirmación por teléfono al hotel, el huésped podrá acceder a su habitación sin pasar por recepción.

El *smartphone* también puede facilitar el embarque a un avión. Compañías como British Airways, KLM, Iberia o Spanair permiten utilizar los teléfonos de los viajeros como una tarjeta de embarque digital que se reproduce en el móvil y puede escanearse antes de subir al avión. Iberia ya ha dado un paso más y se salta el proceso de impresión, ya que el propio móvil pasa por el escáner a la hora de embarcar³⁹.

Cabe destacar también los códigos BiDi que abren las puertas a todo un mundo de contenidos. Se trata de unos cuadrados similares a los códigos de barras que contienen información codificada que, tras su paso por Japón, llegan a las páginas de revistas y carteles en España. Movistar fue la pionera en ofrecer el servicio en territorio nacional. Presenta una forma muy interactiva de publicidad porque instan al usuario a fotografiar el código para acceder *on-line* a contenidos adicionales de una marca. También son muy populares los que permiten descargarse videojuegos en los minutos muertos de espera del autobús.

Funcionalidad de a pie

Las personas ya no se conforman con actualizar su estado en Facebook. Ahora tienen la necesidad imperiosa de informar a su red social del lugar en el que se encuentran en cada momento. Para ello, se «registran» en la localización, por ejemplo «xxx está en el Starbucks de la calle Serrano de Madrid»). La respuesta comercial no se ha hecho esperar: ShopKick es una aplicación que ofrece succulentos descuentos y ofertas in situ a los usuarios que se registran en una tienda a través de su *smartphone*.

La aplicación Layar descubre un universo de información al enfocar una calle con la función de cámara del *smartphone*. El programa es capaz de superponer datos relevantes a una referencia fotográfica, desde los comercios de la zona hasta la información de una casa a la venta en esa calle⁴⁰. OpenStreetMap es una iniciativa que pretende ofrecer datos geográficos libres, como planos de calles. No todo el mundo sabe que muchos de los mapas que existen tienen restricciones legales para su uso, lo que, según la iniciativa, «evita que la población los utilice de forma creativa, productiva o inesperada»⁴¹. Por su parte, SeeClickFix consiste en una comunidad en la que se notifican incidencias que conciernen a los vecinos de un

³⁸ «Cinco usos de su smartphone que todavía no conocía», *Expansión.com* (diciembre 2010) <http://www.expansion.com/2010/12/10/empresas/digitech/1291985701.html>.

³⁹ «Cinco usos de su smartphone que todavía no conocía», *Expansión.com* (diciembre 2010) <http://www.expansion.com/2010/12/10/empresas/digitech/1291985701.html>.

⁴⁰ «It's a smart world», *Economist.com*, <http://www.economist.com/node/17388368>.

⁴¹ <http://www.openstreetmap.es/>.

barrio: un bache en la carretera, un semáforo estropeado, o un servicio de recogida de basura deficiente, por ejemplo.

En el terreno de las compras, las consultas *on-line* para comparar precios o encontrar opiniones sobre productos se han vuelto cada vez más frecuentes. Tanto es así, que [Emily Green](#), presidenta de [Yankee Group Research](#) y experta del Future Trends Forum, señaló que el número de personas que realizaban estas consultas había aumentado ocho puntos porcentuales, hasta un 43%, en tan sólo tres meses⁴².

Adiós al plástico

Un apartado de especial mención es el pago a través de los teléfonos móviles. Mobipay fue un servicio de pago por móvil lanzado en el año 2001 en España⁴³. Permitía confirmar compras a través de un mensaje que se recibía en el teléfono móvil e informaba sobre el comercio y el importe de la transacción. A pesar de que era necesario introducir un número de identificación personal para poder llevar a cabo el pago, lo cual garantizaba la seguridad, no tuvo demasiado buena acogida entre los consumidores españoles. Quizá la iniciativa se adelantó demasiado a la tendencia, porque diez años más tarde se ven de nuevo esfuerzos por relanzar el servicio, aunque se siguen encontrando con muchos de los obstáculos iniciales. El hecho de que dependa de la interacción entre dos compañías (la de tarjetas de crédito y la operadora de telefonía móvil) no es demasiado alentador. Tampoco lo es la amenaza de robo o de intervención de *hackers*, los cargos erróneos y el bombardeo al que pueden estar sometidos los clientes por culpa de los datos que se desprenden de sus hábitos de consumo.

Existen dos claros condicionantes a la hora de que este método de pago sea universalmente aceptado. Por un lado, los comercios deben percibir que el sistema es fácil de manejar y más barato. Por otro, hay que garantizar la conversión de los titulares de tarjetas de crédito (sólo en Estados Unidos circulan unos 1.000 millones de tarjetas⁴⁴) con la promesa de un servicio de atención al cliente insuperable. Curiosamente, en los países en vías de desarrollo este método de pago está cubriendo una necesidad creciente de micropagos que en los países desarrollados está perfectamente cubierta por las tarjetas de crédito. La posibilidad de realizar transacciones en lugares remotos y con baja penetración de las tecnologías facilita la creación de pequeños negocios rurales.

Participación sensorial

Se encuentra en medio de la calle en una ciudad que no conoce demasiado bien. Tiene hambre, así que saca su *smartphone*, pulsa un botón y dice "pizza". Al instante recibe la localización de las pizzerías más cercanas a su posición actual. A través del motor de búsqueda de Google Mobile App para iPhone, la aplicación detecta el movimiento del teléfono hacia su oreja y automáticamente habilita el reconocimiento de voz. Mediante una base de datos de reconocimiento de voz, la triangulación de su posición y sofisticados algoritmos, es capaz de responder con los datos de los restaurantes solicitados⁴⁵.

Cualquier actividad cotidiana es susceptible de permitir la interacción a través de un *smartphone*. La llamada «participación sensorial», mediante la cual los *smartphones* están haciendo de las personas sensores humanos, está a la orden del día. [What's Invasive](#) es una aplicación que los empleados de parques naturales

⁴² Presentación de Emily Green en el Future Trends Forum.

⁴³ <http://www.expansion.com/2010/12/10/empresas/digitech/1291985701.html>.

⁴⁴ <http://www.slideshare.net/ReportLinker/credit-bureaus-rating-agencies-in-the-us-industry-market-research-report>

⁴⁵ Tim O'Reilly and John Battelle, «Web Squared: Web 2.0 Five Years On», *Web 2.0 Summit*, 2009.

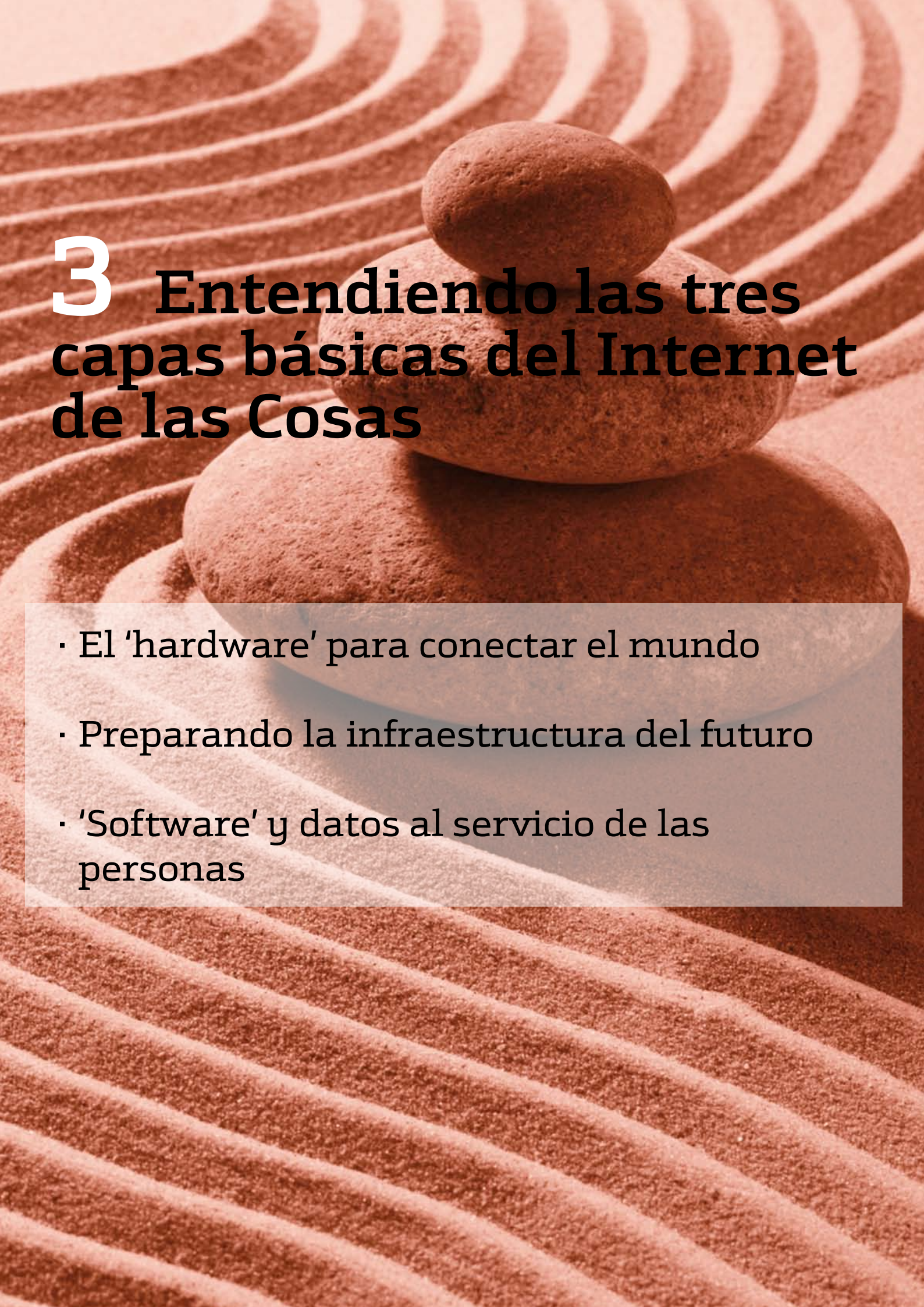
Cualquier actividad cotidiana es susceptible de permitir la interacción a través de un 'smartphone'

o excursionistas pueden descargarse a su *smartphone* para indicar en un mapa *on-line* las localizaciones de especies de plantas o animales invasivos (por ejemplo, las malas hierbas, que hacen peligrar el ecosistema natural de una zona). En el marco del cambio climático y de la existencia de otros agentes desestabilizadores, son muchos los individuos preocupados por cuidar su entorno.

Comparta su experiencia en bici con otros ciclistas que puedan estar interesados en la ruta que ha realizado y la dificultad de esta. [Bikenet](#) es la iniciativa que permite compartir información sobre esto. La información se carga automáticamente *on-line* a través de una aplicación compuesta de un GPS y un acelerómetro, que registran el itinerario, la velocidad media, o el tiempo que transcurrió en intersecciones con tráfico.

En definitiva, los *smartphones* se presentan como el nuevo paradigma de interacción de los usuarios con grandes cantidades de información. En España, dos de cada diez personas tienen un *smartphone* y la industria de la telefonía móvil muestra un gran interés en que esta ratio siga aumentando. Eso explica que el precio del dispositivo se acerque cada vez más al de un teléfono móvil convencional. Ya de por sí, los operadores sufragan parte del coste completo del terminal a través de contratos de permanencia, dado que el verdadero ingreso está en las mensualidades de voz y datos⁴⁶. Mientras que la penetración de mercado siga incrementando, también lo hará la manera en la que la información generada es utilizada para crear valor empresarial a través de nuevas aplicaciones y servicios.

⁴⁶ «Hacia el smartphone de 36 euros», *elmundo.com*, <http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/el-gadgetoblog/2011/02/21/hacia-el-smartphone-de-36-euros.html>.

A Zen garden with raked sand patterns and three stacked stones. The sand is light brown and has been raked into concentric, wavy lines that create a sense of depth and movement. Three smooth, rounded stones of varying sizes are stacked in the center, with the smallest stone on top. The overall color palette is warm and earthy, with shades of brown and tan.

3 Entendiendo las tres capas básicas del Internet de las Cosas

- El 'hardware' para conectar el mundo
- Preparando la infraestructura del futuro
- 'Software' y datos al servicio de las personas

La revolución de la miniaturización comenzó hace muchas décadas, pero las últimas manifestaciones (en el nivel *nano* y en el nivel molecular) son diferentes, tanto cuantitativa como cualitativamente, si las comparamos con lo que había llegado antes. La industrialización a gran escala de las tecnologías de sensores y otros tipos de «*hardware*» hace posible el IoT. No obstante, es igualmente importante el *software* que permite que todos los elementos se comuniquen con el conjunto. Cada vez más, el *hardware* y el *software* estarán relacionados de formas que los harán potencialmente indistinguibles entre sí.

Junto con la pregunta que se está planteando aquí («¿Está lista la infraestructura?»), hay otras dos preguntas que inquietan a los proveedores de red, un punto de vista que debemos tener en cuenta:

- ¿Quién pagará la instalación de los costosos servicios y soluciones que van a hacer posible la eclosión del IoT?
- ¿Qué modelos de negocio funcionarán mejor?

El *data mining* es un ámbito en el cual se puede desarrollar y descubrir el valor de los datos. No obstante, existen otras funciones del *software* en un mundo que integra cada vez más el IoT en nuestra vida profesional, haciendo posible que vivamos, trabajemos, juguemos y aprendamos de formas totalmente nuevas y mejoradas.

Gordon Feller

Director IBSG de Cisco Systems

iE

xpanda el territorio digital!

Gracias a la infraestructura móvil de alta velocidad, en la actualidad Internet se encuentra en todas partes. El entorno ubicuo nos permite estar conectados todo el tiempo como seres humanos. Esto nos ha hecho crear una gran economía, denominada «economía de Internet», en el plazo de una década. Sobre el soporte que proporciona la Red, a partir de ahora podemos crear soluciones más valiosas utilizando el Internet de las Cosas. Podemos cambiar todas las cosas, en su dimensión de productos, y convertirlas en productos inteligentes gracias al concepto de IoT. En lugar de un simple coche a la antigua usanza en su dimensión de producto, podemos disponer de un vehículo con alma, que reconozca a su propietario o a otras personas por medio de diferentes sensores interconectados a través de Internet móvil. Podemos imaginar una cuchara capaz de detectar el grado de densidad de la sal y advertir sobre ello al usuario. De igual manera, podemos insertar alma en todos los productos con sensores que acaben estando conectados a Internet, a los centros de gestión inteligente de *cloud computing*.

Esto significa que podemos ampliar el territorio del horizonte de Internet y de sus usos mediante el IoT para la segunda generación de economía de Internet, que podría ser «la economía de Internet 2».

Jong Lok Yoon
Bell Labs

Hasta ahora hemos visto cómo el fenómeno del Internet de las Cosas ha irrumpido a nuestro alrededor, dando vida a objetos cotidianos que se interconectan gracias a Internet y constituyen fuentes inagotables de información. Para entender el Internet de las Cosas desde un punto de vista más técnico es necesario comprender las tres capas que lo hacen realidad a día de hoy.

La primera capa es el *hardware*. Más de medio siglo después de los pesados ordenadores que ocupaban salas enteras, los componentes son cada vez más pequeños, lo que permite desarrollar ordenadores más potentes y rápidos que sus predecesores. Esta capa física ocupa menos espacio, lo que facilita que se pueda conectar prácticamente cualquier cosa, desde cualquier sitio, en cualquier momento. Asistimos al fenómeno de la miniaturización. La segunda capa es la infraestructura, o más bien sus limitaciones. Si miles de millones de nuevos dispositivos se conectan al IoT, ¿cómo lo soportará la tecnología actual? ¿Se va a convertir el espectro de Internet en el combustible del siglo XXI? Se hace necesario afrontar el problema del espectro como un recurso limitado. La tercera y última capa la forman las aplicaciones y los servicios que ponen en uso la gran cantidad de información creada a partir del IoT y donde se encuentra el mayor potencial de creación de valor. Estas aplicaciones conllevan la creación de nuevos modelos de negocio e iniciativas empresariales muy interesantes desde el punto de vista de la innovación.

Estas tres capas –la miniaturización del *hardware*, las necesidades de infraestructura y el desarrollo de *software* innovador– son fundamentales para entender la expansión del Internet de las Cosas en el terreno de las tecnologías de la información y la comunicación.

3.1. La miniaturización: el 'hardware' que hace posible el IoT

Al principio de esta publicación, se han destacado los sensores como piezas fundamentales que posibilitan el Internet de las Cosas. Al fin y al cabo, permiten que todos los objetos cotidianos interactúen con los ordenadores a través de Internet y recopilen valiosa información sobre el entorno en el que se encuentran. Es probable que en un futuro no muy lejano asistamos al momento en el que se genere más información a partir de estos sensores que desde el teclado de los ordenadores. El motivo es sencillo: los sensores cada vez son más pequeños, lo que facilita que puedan ser integrados en cualquier objeto, bajo cualquier circunstancia.

Para hacer esto posible, se pueden observar tres tendencias diferentes: la miniaturización de los dispositivos (tendencia más extendida en la actualidad), el desarrollo de nuevas formas de computación (como los ordenadores ADN o los ordenadores cuánticos) y la creación de redes inteligentes de elementos simples.

La primera tendencia –la miniaturización– consiste en el proceso tecnológico mediante el cual se ha logrado reducir el tamaño de los dispositivos electrónicos, entre ellos los sensores. Junto a la nanotecnología, la miniaturización ha permitido que el tamaño de elementos como los microprocesadores (algo así como el cerebro de los ordenadores) sea mínimo sin detrimento de la velocidad a la que funcionan.

Por lo tanto, parece que Moore no iba del todo descaminado con su predicción. Recordemos que corría el año 1975 cuando se postuló que el número de transistores en un chip se duplicaría cada dos años⁴⁷, haciendo posible la proliferación de la tecnología en todo el mundo. Con una mayor cantidad de transistores aumenta la velocidad de cálculo de los ordenadores. Moore también sugirió una disminución de costes, ya que los componentes con base de silicio utilizados en los ordenadores crecerían en rendimiento a la vez que se volverían más económicos de producir y abundantes en nuestra vida diaria. Unido a la Ley de Metcalf, que sostiene que el valor de una red de comunicaciones aumenta proporcionalmente al cuadrado del número de nodos del sistema, «es evidente que todos los factores económicos y tecnológicos apuntan a la computación ubicua»⁴⁸.

Sin embargo, la reducción en tamaño no es perpetua y pronto se presentará una limitación física a los componentes basados en el silicio. Algunos expertos intentan solventar este problema centrando sus líneas de investigación en los llamados «ordenadores de ADN», que utilizan moléculas orgánicas para almacenar la información de partida y resolver problemas matemáticos a través de reacciones químicas, o los «ordenadores cuánticos», que emplean elementos de mecánica cuántica para codificar y procesar la información. Gracias a esta característica, los componentes de los ordenadores cuánticos serán más pequeños, a la vez que podrán realizar enormes cálculos en un tiempo mucho más reducido⁴⁹.

Otra línea de investigación en el ámbito de la computación sigue un camino diferente. En lugar de incrementar la capacidad de un procesador central, la idea gira alrededor de la separación del procesamiento en elementos de *hardware* con «inteligencia limitada», que cuando actúen en conjunto puedan conseguir grandes cosas. Se pretende que cada elemento se comuniquen con los otros elementos a su alrededor mediante un lenguaje muy básico. Los expertos tienen una referencia muy útil en la naturaleza: las hormigas. Estos insectos terrestres buscan la ruta más corta entre una fuente de comida y su colonia. Para ello, se limitan a seguir el rastro de feromonas que van dejando las otras hormigas en busca de comida. El rastro se intensifica cuantas más hormigas sigan el mismo camino y por eso las hormigas son más efectivas en conjunto. Por medio de simples patrones de conducta, las hormigas son capaces de construir hormigueros tremendamente complejos y llenarlos de comida⁵⁰. Siguiendo el ejemplo de las hormigas, se busca diseñar elementos de *hardware* que, por medio de interacciones simples con otros elementos de su entorno, permitan construir el equivalente a los complejos hormigueros en el Internet de las Cosas.

¿Qué son capaces de hacer estos sensores?

A medida que avanza la miniaturización de los componentes electrónicos, sus aplicaciones se multiplican. Cada vez más, sensores diminutos son integrados en los elementos del entorno, conectando el mundo físico con el mundo digital. ¿Qué son capaces de hacer los sensores que integramos en nuestro entorno? En gran medida, estos sensores tienen tres grandes aplicaciones.

Primero, permiten capturar información tanto del entorno como del objeto en el que se encuentran integrado, para un análisis posterior. Por ejemplo, las compañías de seguros pueden utilizar sistemas de sensores para recuperar información de las pautas de conducción de sus asegurados.

⁴⁷ http://www.intel.com/pressroom/kits/bios/moore.htm?iid=tech_moorelaw+body_bio.

⁴⁸ <http://blogs.orange-business.com/realtimes/technology/future-technologies/building-the-internet-of-things.php>.

⁴⁹ <http://www.muyinteresante.es/icomos-eran-los-ordenadores-cuando-se-llegue-al-limite-de-miniaturizacion>.

⁵⁰ «Riders on a swarm», *The Economist* (agosto 2010).

Es probable que en un futuro no muy lejano asistamos al momento en el que se genere más información a partir de sensores que desde el teclado de los ordenadores

Segundo, los sensores pueden actuar como desencadenantes de una acción, permitiendo la automatización de determinadas funciones. Este puede ser el caso de la activación de una alarma por la detección de una persona no autorizada o el frenado automático de un coche ante la inminente colisión con otro vehículo.

Por último, los sensores también tenderán a ser localizables en todo momento, con lo que se expande el rango de aplicaciones. Por ejemplo, la localización de los paquetes en los sistemas de gestión de logística permite la determinación de su posición exacta a lo largo de un trayecto y la comunicación con las cintas transportadoras para establecer el destino de las mercancías. Pero las aplicaciones no acaban ahí, sino que el IoT añadiría la posibilidad de integrar el comportamiento del consumidor o las decisiones de la empresa contratante durante el proceso, pudiendo hacer cambios sobre la marcha para minimizar costes, evitar retrasos o, simplemente, adaptarse a las fluctuaciones en la oferta y la demanda de productos. Más allá de las grandes aplicaciones de los sensores, existen dos grandes retos a los que nos enfrentamos en su desarrollo: el consumo de energía y la interoperabilidad de sus componentes.

Los sensores consumen energía y, a medida que su tamaño disminuye, este consumo se convierte en un factor más limitador. De forma acorde con el tamaño del sensor, el tamaño de las fuentes de alimentación también disminuye y con ello el tiempo de funcionamiento del sensor. Por este motivo, se espera que los componentes sean capaces de generar su propia energía. De esta manera, los sensores podrán permanecer conectados a la Red de forma autónoma durante más tiempo. Es más, «en entornos en los que no haya ningún punto de acceso fijo ofreciendo una comunicación eficiente para las cosas, se formarán redes de información ad hoc extensas que dirijan la información hacia la infraestructura [fija] o su nodo de destino en la red formada. Esto permite que los sensores se coloquen en todas partes, aun cuando la infraestructura sea débil o ausente, e incluso si los sensores son móviles»⁵¹.

Sin embargo, el reto para promover la adopción del Internet de las Cosas no será el consumo de energía, sino la flexibilidad y modularidad de los componentes que asegure su fácil integración. Si no se promueve la interoperabilidad entre los componentes, existirán muchas trabas a la aceptación a gran escala del IoT. Este y otros obstáculos serán objeto de discusión más adelante.

Internet cero: las ventajas de la baja velocidad

Se decía antes que los avances en tecnología han permitido que el tamaño de los componentes se reduzca sin que la velocidad se vea perjudicada. No obstante, la baja velocidad de la conexión a Internet no tiene por qué ser necesariamente una desventaja. Para explicar esto, es necesario acudir al concepto de «Internet Cero». Según Neil Gershenfeld, director de Center for Bits and Atoms del MIT y experto del Future Trends Forum, muchos estándares alternativos de IoT compiten en la actualidad para dotar a los objetos cotidianos de la capacidad de conectarse a la Red. Se trata de una situación muy parecida a la que se vivió en los primeros años de Internet, cuando los ordenadores y las redes surgían sin compatibilidad entre ellas. Por ello, el Internet Cero es un sistema que permite conectar objetos a Internet a baja velocidad, pero a un precio exageradamente más barato.

La idea inicial era el uso de Internet Cero para interconectar edificios, mejorando su eficiencia y recopilando información a través de los sistemas de calefacción,

⁵¹ «Internet of Things in 2020: Roadmap for the Future» (septiembre 2008).

aire acondicionado y ventilación. Un servidor de Internet barato y de baja potencia puede ser integrado en muchos dispositivos para permitir la recuperación de datos y el control sobre ellos a través de Internet⁵². El objetivo es proporcionar un sistema que facilita un amplio acceso a la Red cuya conexión es lenta, pero que no incurre en costes elevados y es altamente compatible con todo tipo de sistemas. De esta forma, se puede agregar a innumerables objetos la capacidad de conectarse vía Internet. Gershenfeld afirma que si la domótica no ha avanzado lo que se esperaba es porque la industria de la construcción no se da cuenta de que además del departamento de electricistas necesita una sección de TI. «El coste no está en los dispositivos sino en la red, si hay que rehacerla»⁵³.

3.2. ¿Está la infraestructura preparada para el IoT?: el punto de vista de los operadores

Según Paul Jacobs, presidente y consejero delegado de Qualcomm, para el año 2014 el 70% de todos los dispositivos de electrónica de consumo estarán conectados a Internet⁵⁴.

La capacidad de las infraestructuras de telefonía móvil es limitada y la proliferación de los teléfonos inteligentes o *smartphones* está saturando la capacidad de las redes. Si a esto se suman millones de nuevos dispositivos conectados a Internet, la tecnología 3G o LTE⁵⁵ no serán suficientes, y la combinación del uso del móvil, la conexión wifi y la fibra óptica cobran vital importancia para subsanar la saturación de las infraestructuras móviles. Aunque el negocio 3G está creciendo, la capacidad de las redes móviles actúa como un cuello de botella. Ante esta situación, el IoT se resiente, por lo que se ha pensado una serie de medidas para solventarlo.

Los gobiernos empiezan a abogar por compartir el espectro. Una tendencia actual son los llamados *wifi hotspots*, literalmente «puntos calientes» de conexión a Internet. Estas zonas se encuentran en lugares públicos, como cafeterías, aeropuertos y bibliotecas, donde se permite, a veces gratis y a veces a cambio de una suma de dinero, conectar ordenadores o teléfonos móviles, entre otros. El Gobierno chino se ha propuesto transformar las cabinas de teléfono públicas en puntos de este tipo para hacer del país una red gigante de acceso a conexión wifi. Con una población de 1.300 millones de habitantes⁵⁶, se estaría creando una plataforma de conexión para una economía emergente que tiene todo el potencial de convertirse en el nuevo objetivo de la actividad *on-line*.

El presidente de Estados Unidos, Barack Obama, también está concienciado con el problema del espectro y el obstáculo que supone para el crecimiento del Internet móvil. Por ello, ha liberado 500 megahercios de frecuencias que estaban reservadas a la Administración para voz y transmisión de datos porque «el espectro es el oxígeno del *wireless*» dado que «la banda ancha supone inversiones, innovación, puestos de trabajo y oportunidad».

¿Por qué supone una oportunidad? [Spectrum Interactive](#), proveedor líder de acceso a Internet y servicios inalámbricos para los sectores de hostelería, viajes y medios de comunicación, ofrece un claro ejemplo de las oportunidades a las que hace referencia Obama. La empresa, además de ofrecer soluciones de conexión wifi fiable desde cualquier localización y desde kioscos de Internet, ha desarrollado una cartera de servicios muy diversa y relacionada con el Internet de las Cosas: televisión a través de IP, herramientas de seguimiento remoto de las condiciones

⁵² http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_0.

⁵³ «El reto del Internet de las Cosas», *El País.com* (mayo 2007), http://www.elpais.com/articulo/portada/reto/Internet/cosas/elpepiscib/20070517elpcibpor_1/Tes?print=1.

⁵⁴ <http://www.readwriteweb.com/mobile/2011/02/mobile-phones-will-serve-as-hubs-to-internet-of-things.php>.

⁵⁵ Con velocidades de descarga de hasta 60 Mbps y envíos de información de hasta 40 Mbps, la tecnología LTE puede convertirse en el nuevo estándar de las redes inalámbricas de alta velocidad y puede añadirse a las redes existentes sin necesidad de añadir infraestructura adicional.

⁵⁶ <http://geography.about.com/od/populationgeography/a/chinapopulation.htm>.

Aunque el negocio 3G está creciendo, la capacidad de las redes móviles actúa como un cuello de botella

meteorológicas (para las marinas, por ejemplo) o soportes digitales de publicidad que pueden promocionar el producto adecuado en el momento y lugar apropiados.

Para poder aprovechar estas oportunidades, es necesario que las redes de sensores se abran al gran público. De esta manera, muchos microproveedores podrán desarrollar modelos de negocio basados en la gestión de redes locales que capitalicen los activos susceptibles de conectarse al IoT y cubrir las necesidades de millones de consumidores. Se formará un mercado fragmentado de miles de millones de nodos de sensores que integren el mundo físico con el digital. De aquí vendrá la verdadera innovación. Tampoco hay que olvidar lo que se lleva recalcando a lo largo de esta publicación en relación con la explotación de la información tan valiosa que se genera en el proceso.

3.3. Extrayendo el valor de los datos: el papel del 'software' en el Internet de las Cosas

Allá por el siglo XVII, el matemático e ingeniero Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi inventó el algoritmo, es decir, el conjunto ordenado y finito de pasos que permite la realización de una tarea o la resolución de un problema. Se apuntaba antes a la gran cantidad de datos que se está generando gracias al Internet de las Cosas, dado que cualquier objeto es capaz de transmitir información.

Los algoritmos tienen aplicaciones muy valiosas. Mediante su uso en aplicaciones de *software*, es posible producir respuestas rápidas a fenómenos físicos sobre la base de la información recogida o los patrones que siguen determinados objetos o personas. Se crean nuevas oportunidades para satisfacer los requerimientos del negocio, desarrollar nuevos servicios en tiempo real, adentrarse en procesos y relaciones complejas, gestionar incidencias, abordar la degradación del medio ambiente, supervisar las actividades humanas, mejorar la integridad de la infraestructura y tratar de resolver cuestiones de eficiencia energética⁵⁷.

El verdadero valor de negocio va a venir de la mano de estas aplicaciones y servicios que utilicen la nueva información que se está generando en el Internet de las Cosas. Van a surgir nuevos métodos de análisis inteligente de la información y las tareas manuales van a ser sustituidas por automatismos que operen en base a dicha información, prescindiendo de la intervención humana. El desarrollo de *software* óptimo para este tipo de tareas va a enfrentarse al elevado ritmo de las oportunidades. Emprendedores y empresas ya establecidas desarrollarán nuevas aplicaciones que exploten nuevas fuentes de información y cambien radicalmente los modelos de negocio.

Por ejemplo, [KIVA Systems](#) es una empresa que utiliza la tecnología de automatización para los centros de distribución, ayudando a las empresas a simplificar sus operaciones, reducir costes y aumentar su flexibilidad. Entre sus clientes se encuentran Gap, Staples y Office Depot, que se benefician de máquinas que restan el factor de «error humano», la explotación de gran cantidad de datos, el uso de sofisticados sensores y la aplicación de algoritmos que permiten dominar tareas logísticas⁵⁸.

⁵⁷ *Internet of Things: Strategic Research Roadmap* (septiembre 2009), http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT_Cluster_Strategic_Research_Agenda_2009.pdf.

⁵⁸ Steven Levy, «The AI Revolution is On» (enero 2011) http://m.wired.com/magazine/2010/12/ff_ai_essay_airevolution/.

También encontramos el uso de algoritmos en la construcción de una ciudad planificada sin coches en Masdar, ubicada en Abu Dabi (Emiratos Árabes Unidos). La ciudad cuenta con un monorraíl PRT (siglas de *personal rapid transit*, en español «tránsito personal rápido») de pequeños vehículos eléctricos sin conductores. El PRT se basa en los sistemas de inventario automatizado que utilizan actualmente en los almacenes grandes. Los pasajeros introducen un destino y, gracias a los algoritmos y a un sistema de desplazamiento magnético, el vehículo llega al destino⁵⁹. Imaginemos el mundo que se hace posible si se combinan estos algoritmos con la previsión del tráfico y un contratiempo producido por un accidente, por ejemplo, para gestionar los carriles en una carretera.

El filón de las aplicaciones

Sin embargo, los expertos no sólo apuntan al análisis de datos como oportunidad de negocio relacionado con el IoT. Existe todo un filón en el desarrollo de *software* que recolecte, almacene, organice e integre la información con otras fuentes de datos o que dispare alertas en otros programas o para los seres humanos. Gracias al IoT, los objetos en sí, provistos de sensores y actuadores, se convierten en elementos de los sistemas de información, capaces de capturar y comunicar datos a gran escala y, en algunos casos, pueden adaptarse automáticamente a los cambios en el entorno. Estos activos «inteligentes» pueden hacer más eficientes los procesos y proporcionar nuevas capacidades a los productos. «Sólo con el *software* adecuado será posible que el Internet de las Cosas cobre vida como se imagina, como parte integrante del Internet del Futuro. Es a través de este *software* que las aplicaciones e interacciones novedosas se llevan a cabo, y que la Red con todos sus recursos, dispositivos y servicios distribuidos, se vuelve manejable⁶⁰».

Un ejemplo es la irrigación de cosechas mediante un sistema de riego compuesto de sensores enterrados y un *software* de control. Apoyado en la consulta de la predicción del tiempo, el sistema toma decisiones inteligentes en base al nivel de humedad en el suelo y la probabilidad de precipitación. Esta tecnología es más común en la agricultura, pero ya existen aplicaciones para el paisajismo residencial y comercial⁶¹.

El *software* del IoT también está siendo utilizado para la gestión de las tiendas. Desde hace años, Wal-Mart colabora con [Auto-ID Center](#), una organización para la investigación sin fines lucrativos con sede en el MIT, en el desarrollo de una tecnología RFID que permita a las empresas hacer un seguimiento inteligente de sus productos para controlar cuántas unidades hay en cada estantería. Los lectores RFID controlan el inventario, informando de las necesidades a lo largo de toda la cadena de distribución, incluso al gerente, a través de un *software* en la tienda.

⁵⁹ *The Internet of Things: Vehicles as networked objects*, The Hammersmith Group, 2009, http://www.thehammersmithgroup.com/images/reports/networked_vehicles.pdf.

⁶⁰ *Internet of Things: Strategic Research Roadmap* (septiembre 2009), http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT_Cluster_Strategic_Research_Agenda_2009.pdf.

⁶¹ <http://www.scribd.com/doc/13744808/Disruptive-Technologies-Global-Trends-2025-The-Internet-of-Things>.

4 El impacto del Internet de las Cosas en los negocios y la sociedad

- Servicios ubicuos para consumidores conectados
- 'Open source' y modelos de negocio colaborativos
- Optimizando las cosas: hacia un desarrollo realmente sostenible

La posibilidad que ofrece el Internet de las Cosas para que todos, personas y cosas, estemos permanentemente conectados y podamos recibir y procesar información en tiempo real, conduce a nuevos modos de toma de decisiones basados en esa disponibilidad de información. La posibilidad de estar permanentemente conectado y localizable ha supuesto también la aparición de una nueva generación de consumidores que demandan nuevos productos y servicios basados en la ubicuidad y en la interconexión. Estos cambios en los modelos de producción y consumo modifican las relaciones entre todos los agentes del sistema. Se abren así numerosas oportunidades de diseñar y ofrecer nuevos productos y servicios y explotar más eficientemente activos existentes, lo que crea un terreno fértil para los emprendedores.

La dinámica de cambio de las tecnologías implicadas en el Internet de las Cosas es particularmente interesante. Frente a modelos de evolución basados en estándares definidos por las grandes corporaciones o por organismos supranacionales, en numerosos campos triunfarán soluciones concebidas como «parches baratos» (*cheap hacks*) impulsadas por emprendedores capaces de identificar alternativas eficientes para la resolución de problemas y distribuirlas eficientemente gracias a la conectividad permanente y ubicua que permite la colaboración y la interacción de los distintos agentes a través de la Red. Las iniciativas no tienen por qué llevar aparejado un incentivo económico. En muchas ocasiones, la simple voluntad de compartir y la concepción del descubrimiento técnico como un valor de dominio público pueden permitir desarrollos con una velocidad nunca vista hasta ahora. De nuevo, el papel de los emprendedores es esencial para acelerar el proceso de cambio.

En todos sus debates, los expertos del Future Trends Forum tienen muy presentes las dimensiones sociales de las tecnologías que analizan. A medida que los consumidores sean conscientes de las oportunidades que brinda el Internet de las Cosas, modificarán sus expectativas de servicio, cambiarán sus criterios de compra y ganarán un poder sin precedentes en su relación con sus proveedores de bienes y servicios. Igualmente, el IoT facilitará a las personas el desempeño de un rol más activo como agentes de producción, permitiendo el desarrollo de negocios basados en compartir recursos existentes y contribuyendo aún más a difuminar la distinción entre productores y consumidores. El Internet de las Cosas nos brinda a todos la oportunidad de emprender.

Juan José González

Director de Estrategia Internacional de Indra

Internet se ha convertido en un factor fundamental de la economía global. Más de mil millones de usuarios de todo el mundo lo utilizan tanto en su vida laboral como en la social. Con la tecnología *wireless* se ha dado un paso más, ampliando las posibilidades de interacción con la Red a cualquier lugar en cualquier momento. Esto ha supuesto la apertura de una plataforma de nuevos productos y servicios basados en la ubicuidad y con un alto componente de innovación. No obstante, algunos expertos señalan que el Internet de las Cosas es ante todo un concepto académico, más que la respuesta a una necesidad de mercado insatisfecha. Sin embargo, también admiten que se trata de un concepto disruptivo con alto potencial para tener un impacto muy significativo en la sociedad y en los negocios⁶².

Resulta interesante analizar cómo el Internet de las Cosas está cambiando el terreno de los modelos de negocio. En todos sus debates, los expertos del Future Trends Forum procuran tener muy presente la vertiente empresarial de las tendencias que observan. En dinámicas tan revolucionarias como la del IoT, ven crucial la intervención de todos los colectivos de la sociedad, en especial la creación de valor por parte de los emprendedores. Si bien es verdad que las grandes empresas suelen asentar las bases de la infraestructura tecnológica, los emprendedores son los agentes transformadores de nuestra sociedad que impulsan las tendencias más innovadoras. Son capaces de traducir costes en creación de valor.

Sin embargo, como se verá más adelante, ha aparecido un nuevo grupo de agentes que destacan como impulsores de las iniciativas del Internet de las Cosas. Su colaboración e interacción a través de la Red es otra pieza clave para entender la relevancia que está cobrando el IoT. La información *peer-to-peer* y las redes sociales son ejemplos de cómo el esfuerzo individual tiene el potencial de convertirse en una plataforma abierta de miles de millones de personas. Las iniciativas ya no tienen por qué llevar aparejado un incentivo económico para acabar de despegar. La simple voluntad de compartir y concebir los descubrimientos técnicos como valor de dominio público permite que el IoT cobre dimensiones sociales raramente experimentadas, aunque cada vez más frecuentes.

En este capítulo se van a tratar los tres aspectos del Internet de las Cosas que se pueden destacar desde el punto de vista social y económico: el impacto directo que tiene en las personas, la tendencia a modelos de negocio cada vez más abiertos y colaborativos, y el profundo cambio que puede suponer en la manera de consumir recursos escasos.

4.1. Consumidores conectados: el impacto del IoT sobre las personas

Se ha utilizado el término «ubicuo» a lo largo de esta publicación para hacer referencia a una realidad en la que se traspasan los límites del tiempo y espacio, y lo digital y real se diluye, para permitir que la informática se integre en el entorno de la persona. Sin embargo, la experta del Future Trends Forum [Emily Green](#) prefiere la expresión *anywhere* (en español «en cualquier lugar») que da título a su libro. Consiste en el «estado futuro en el que todos nosotros y las cosas que nos importan estarán conectados a través de un tejido de redes global que esperamos que sea todo lo fluido, amplio y seguro que necesitamos que sea».

⁶² «What is the Real Business Case for the "Internet of Things"», http://www.itsc.org.sg/pdf/synthesis08/Five_Internet.pdf.

Gracias a ello, se produce una especie de contradicción por la cual nuestra localización es superflua y vital a la vez. Lo primero porque cada día importa menos dónde estamos para seguir conectados. La respuesta de Neil Gershenfeld cuando le preguntan «¿Dónde estás localizado?» es «sí», porque la cuestión no es la posición exacta de una persona u objeto, sino el hecho de que se pueda localizar o no. Todo gracias a la ubicuidad de la Red. Y lo segundo, porque la localización es un factor que aporta mayor valor a la información que estamos generando en torno a objetos de nuestra vida cotidiana. Una vez más, gracias a la ubicuidad de la Red.

Dentro de esta posibilidad de estar permanentemente conectado y localizable (¿quién de nosotros no ha dicho alguna vez aquello de «no sé cómo me las apañaba antes sin el móvil?»), está surgiendo una nueva generación de consumidores, en paralelo a la aparición de la banda ancha de móvil. Este segmento espera, o casi exige, que la Red facilite todas las actividades que desea llevar a cabo y permanecer conectados allá donde vayan. Casi dan por hecho la conexión wifi y cualquier avance técnico que permita la movilidad. En otras palabras, el Internet de las Cosas comprende todo lo que pueda satisfacer sus necesidades.

En muchos casos, los fabricantes sólo se tienen que limitar a reinventar objetos ya existentes para aumentar su utilidad gracias a la conectividad a la Red. Por ejemplo, un bote de pastillas es un objeto cotidiano que, provisto de conexión a Internet, puede decirle al usuario, a sus familiares o a los médicos si se ha abierto o cerrado –y a qué horas– para llevar un control de la toma de dosis por parte del paciente. Es sobre todo muy útil para el seguimiento de enfermedades crónicas, como la diabetes o la hipertensión. El inventor de este dispositivo acertó a la hora de trasladar este producto al mercado, al aliarse con las farmacéuticas que, obviamente, cuentan con grandes incentivos para procurar que los pacientes se tomen su medicación regularmente.

También ha saltado al mercado el dispositivo Chumby, algo así como el reloj de mesilla 2.0. Consiste en una pantalla táctil con conexión *wireless* a Internet para acceder a una infinidad de aplicaciones de previsión meteorológica, redes sociales, chats, compras *on-line*, visualización de vídeos, etc. ¿El secreto? Es completamente personalizable de acuerdo con los intereses y aficiones de cada usuario. Con todo ello, se están descubriendo nuevos caminos hacia los consumidores. Muy probablemente la aplicación de Internet a los objetos de uso cotidiano se asemejará al momento que se vivió hace más o menos un siglo, cuando se empezó a disponer de la versión eléctrica de muchos objetos caseros como la lavadora, la cafetera, la batidora, etc., que antes eran manuales.

Paradójicamente, en las encuestas llevadas a cabo por Yankee Group⁶³, los consumidores no saben muy bien cuáles de los dispositivos que tienen en casa pueden conectarse a Internet, pero estiman que es muy importante que aquellos que tienen intención de comprar en el futuro sean capaces de hacerlo. Se podría decir que los consumidores prevén de alguna manera la importancia que va a cobrar la conectividad, por lo que no están dispuestos a renunciar a ella.

También se aprecia un profundo cambio en el comportamiento del consumidor a la hora de utilizar tecnología para sus compras. En tal sólo tres meses de diferencia en el año 2010, el porcentaje de consumidores que utilizaban su *smartphone* para

⁶³ <http://www.fundacionbankinter.org/es/videos/what-is-anywhere>.

Está surgiendo una nueva generación de consumidores que espera, o casi exige, que la Red facilite todas las actividades que desea llevar a cabo

comparar precios y revisar las valoraciones de productos *on-line* antes de comprarlos creció ocho puntos porcentuales⁶⁴. Es más, una mayoría de ellos tomó una decisión de compra en función de la información consultada, ya se tratara de ir a otro comercio donde se anunciaba más barato, de pedir al responsable de una tienda que igualase la oferta o de decidir no comprar finalmente el producto.

Sea como fuere, la posibilidad de consultar características, prestaciones y valoraciones de productos concede al consumidor un poder sin precedentes. Las comparativas de mercado fomentan una bajada de precios y, sobre todo, un consumidor más informado y activo. Hoy día, es muy frecuente que un consumidor genere contenidos e interactúe con otros compradores *on-line* para intercambiar impresiones sobre productos. Los foros constituyen un punto de partida para muchas personas que se quieren informar acerca de una compra. Se busca información sobre un nuevo vecindario a la hora de comprar una casa, sobre el funcionamiento de dispositivos electrónicos o sobre los restaurantes con mejor servicio. Con un solo clic, es posible acceder a datos agregados que constituyen experiencias de primera mano, las más valoradas por los consumidores.

En definitiva, el desarrollo del Internet de las Cosas está llevando a que el consumidor sea cada vez más exigente. Estar más conectados y localizables facilita una mayor personalización de los servicios y objetos que nos rodean, así como una mayor información disponible en el momento de la toma de decisiones.

4.2. Hacia un nuevo modelo de negocio más colaborativo

Desde el punto de vista de los modelos de negocio, la irrupción de objetos permanentemente conectados está dando lugar a la generación de modelos abiertos y de colaboración en el mundo físico, similar al fenómeno del *open source* en el mundo del *software*.

Google y Microsoft son dos de las empresas líderes en desarrollo de *software*: Google es archiconocida por su motor de búsqueda y Microsoft ha logrado que su sistema operativo Windows sea uno de los más utilizados por los usuarios de ordenadores de todo el mundo. Entonces, si cada una ha triunfado a su manera, ¿por qué Microsoft teme a Google? Es sencillo: mientras que Microsoft se limita a vender *software* y aplicaciones (es decir, productos), Google se ha centrado en la venta de servicios. De hecho, Google ofrece todos sus productos de forma gratuita porque su modelo es más popular con usuarios que no quieren pagar por utilizar aplicaciones durante períodos cortos de tiempo. Estas aplicaciones quedan rápidamente obsoletas o son sometidas a mejoras por los propios usuarios. En esta línea, el *open source* es un movimiento que se centra en la premisa de que al compartir abiertamente el código fuente de los programas, las mejoras que pueden aportar terceras personas dan como resultado un programa infinitamente mejor. El apoyo que han mostrado empresas como Sun al desarrollo del *open source* está desplazando los modelos de negocio de formas tradicionales a otras más abiertas y colaborativas.

Esto sucede porque hay cosas en los negocios que no cambian demasiado a menudo. Las gasolineras venden gasolina, los restaurantes venden menús y los dentistas limpiezas bucales⁶⁵. Eso no va a cambiar. Son las funciones centrales de negocio en las que se basa la actividad, la razón de ser de la empresa. Sin embargo, hay otra serie de factores que sí pueden cambiar frecuentemente: precios, tasas impositivas, nuevos productos, campañas de marketing o unidades

⁶⁴ <http://www.fundacionbankinter.org/es/videos/what-is-anywhere>.

⁶⁵ <http://blog.objectmentor.com/articles/2007/04/11/what-is-soa-really>.

de negocio. Por ello, los negocios deben ser capaces de cambiar rápidamente para adaptarse sin impactar de forma negativa en las funciones centrales. Los desarrolladores de *software* son conscientes de ello y son capaces de diferenciar las partes que cambian frecuentemente de las que permanecen iguales. Cuando esta práctica se aplica a la gestión de la información de una empresa, se llama SOA (*service oriented architecture*, en español, «arquitectura orientada a servicios»). Es decir, SOA consiste en aislar las funciones de negocio en los servicios independientes que no cambian con frecuencia.

Muchas empresas se están apuntando a la moda del 2.0 y las redes sociales con el objetivo claro de acercarse al consumidor y descubrir nuevas líneas de negocio. Sin embargo, el *smart business* consiste en llevar la interacción en la Red al extremo. Es decir, el negocio no presenta ninguna jerarquía formal y se autogestiona gracias a la colaboración de personas motivadas. El mejor ejemplo es *Wikipedia*, que sugiere que las empresas pueden aprovechar la especialización si ceden el control sobre el contenido de los productos a los colaboradores y participantes (proveedores, clientes, intermediarios, etc.).

La empresa ABB, líder global en tecnologías electrotécnicas y de automatización, está explorando la idea de crear comunidades de dispositivos colaboradores, conectando dispositivos inteligentes a una red social. Estos serán capaces de personificar a un equipo o sistema, permitiendo con ello que interactúe con los usuarios finales y expertos técnicos, y genere contenido de valor para una comunidad. El enfoque tradicional de reparación separa la interacción entre el apoyo técnico y el usuario final de los diagnósticos realizados por el ingeniero de servicio. Mediante la utilización de la conectividad ya establecida para los servicios remotos, este dispositivo permite que los problemas se resuelvan de forma rápida y precisa. Además, los diagnósticos son capturados y fácilmente reutilizables⁶⁶.

Sin duda, esta tendencia a planteamientos cada vez más abiertos y colaborativos demuestra que los incentivos económicos no siempre están detrás de los nuevos modelos de negocio. La innovación colaborativa tiene el potencial de ir más allá de nuevos productos y servicios para descubrir, diseñar y desarrollar sistemas ubicuos en los que la innovación prime ante todo.

4.3. La optimización de las cosas

Hoy día existe una creciente preocupación por el desarrollo sostenible, motivada por la escasez de recursos. Esta situación se ha visto agravada por el cambio climático, el aumento de la población en áreas urbanas y el hecho de que los países emergentes están adoptando progresivamente los patrones de producción y consumo de los países desarrollados⁶⁷. En este contexto, el reto del siglo *xxi* consiste en desarrollar avances encaminados a frenar el consumo descontrolado de recursos naturales y energéticos.

No es casualidad que la optimización del consumo de recursos constituya uno de los campos más prometedores para el Internet de las Cosas. Los sensores y los sistemas de control automáticos integrados en objetos a nuestro alrededor permiten medir distintas variables que pueden llevar al cambio en los patrones de uso de recursos escasos. Así, por ejemplo, Pacific Gas and Electric (PG&E) está implementando medidores «inteligentes» que proporcionan información en tiempo real del consumo de gas y electricidad, así como del coste asociado, en hogares de Estados Unidos. De esta manera, el consumidor puede darse cuenta de que el

⁶⁶ The Internet of Things Meets The Internet of People, Harbor Research (2010) <http://www.scribd.com/doc/35371822/Harbor-Research-Internet-of-Things-Meets-Internet-of-People>.

⁶⁷ Véase el informe XI de la Fundación de la Innovación Bankinter, *Competir en tiempo de cambios: Nuevas reglas y el papel de la Innovación*, <http://www.fundacionbankinter.org/es/publications/competing-in-challenging-times>.

La optimización del consumo de recursos constituye uno de los campos más prometedores para el Internet de las Cosas

coste de producir energía no es constante a lo largo del día y que es posible alterar su consumo para disminuir el importe de su factura. No olvidemos que PG&E también tiene clientes industriales que pueden planificar sus procesos de uso intensivo de energía en horarios con tarifas más baratas.

Curiosamente, nos encontramos ante un círculo vicioso: mientras la aplicación del IoT en redes inteligentes permite realizar un consumo sensato de la energía, la propia industria de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) es una consumidora creciente de energía. Según la Universidad Técnica de Dresde, el 3% del consumo mundial de electricidad se atribuye actualmente a las «granjas» de servidores y a las infraestructuras de telecomunicaciones. Para el año 2030 se espera que el consumo eléctrico mundial se haya doblado, en parte por el aumento exponencial del consumo por parte de las TIC.

Además de las redes inteligentes de energía, otras aplicaciones en torno a un consumo más responsable se suceden en la gestión del agua, el transporte inteligente y el control de tráfico, la gestión de residuos y reciclaje, el diseño de edificios, etc. No es de extrañar que Hewlett Packard haya construido una plataforma llamada CeNSE (Central Nervous System for the Earth, en español, «Sistema Nervioso Central para la Tierra») que pretende establecer una red mundial de miles de millones de sensores que midan datos relacionados con objetos y personas. El objetivo es recabar información sobre variables como localización, temperatura, presión, sonido, luz, humedad y un largo etcétera. Parte del reto consiste en lograr que los sensores sean, además de pequeños y resistentes, lo más baratos posible.

Como ya se ha dicho, toda esta información resulta fundamental para que las personas puedan tomar decisiones de consumo más acertadas. Las etiquetas RFID contribuyen ampliamente a que un comprador pueda consumir teniendo toda la información necesaria en sus manos, literalmente. Imagine un producto en el supermercado con una etiqueta de este tipo que le puede indicar cuándo fue producido, cuándo fue empaquetado, cuánto tardó en llegar al supermercado, si la temperatura durante el viaje fue óptima, los precios históricos del producto, etc.⁶⁸ También hemos visto el ejemplo de Zipcar, que consiste en el uso de vehículos por horas o días, compartidos entre un grupo de clientes que ven claramente el beneficio de no tener que comprar un coche y mantenerlo. Es lo que Robin Chase, cofundadora de Zipcar y experta del Future Trends Forum denomina «consumo colaborativo». Consiste en una infraestructura construida en base a demandas individuales, es decir, un modelo de negocio que explota las necesidades de consumidores mediante economías de escala porque por sí solos no tienen fuerza, pero en colaboración con otros cuentan con un enorme potencial.

De la misma manera, pero como organización sin ánimo de lucro, Couch Surfing es una red internacional que conecta viajeros que necesitan un lugar donde dormir con residentes en más de 240 países del mundo. El sistema funciona gracias a la hospitalidad y a las donaciones de sus participantes, que tienen la oportunidad de conocer a gente de todo el mundo y compartir experiencias. Es normal que no se fie, pero, si le dijéramos que parte de la colaboración consiste en compartir información acerca de los participantes y realizar recomendaciones entre ellos, ¿cambiaría de idea? Los participantes son los primeros interesados en crear una red segura. ¿Sigue sin fiarse? ¿Y si le dijéramos que hay más de 1,2 millones de camas y 4,8 millones de experiencias calificadas como positivas⁶⁹? Lo más destacable es que en siete años de existencia, esta iniciativa haya logrado lo que

⁶⁸ http://www.readwriteweb.com/archives/top_5_web_trends_of_2009_internet_of_things.php.

⁶⁹ <http://www.couchsurfing.org/index.html>.

los grupos hoteleros han tardado décadas en desarrollar. En este caso se está optimizando el uso de lo que [Robin Chase](#) llama «exceso de capacidad», es decir, activos que todos tenemos en desuso (como una cama extra en nuestra casa) para crear nuevos modelos de negocio que no tardan en triunfar en el mercado.

Por último, cabe destacar [Sourcemap](#), una red social y herramienta gratuita para acceder a información sobre el origen de los objetos más cotidianos con el fin de poder tomar decisiones de consumo sostenibles. ¿Sabía que un ordenador portátil está hecho de materiales como cobre, estaño, litio, rodio e indio? Algunos de ellos son procesados artesanalmente por familias en países en vías de desarrollo, otros se piensa que se agotarán en menos de diez años. Los fundadores de Sourcemap llaman la atención sobre la importancia de saber de dónde provienen las cosas, como en el caso de los ordenadores portátiles. Sólo de esta manera podremos evitar el consumo desmesurado de materiales básicos que pueden acabar por desaparecer.

Evidentemente, podemos pensar que antes de que se acaben determinados materiales, se encontrarán alternativas adecuadas para la fabricación, siguiendo con nuestro ejemplo, de ordenadores portátiles. Sin embargo, piense en el otro extremo del ciclo de vida, es decir, en su destrucción cuando dejan de tener uso. Los ordenadores portátiles suelen terminar en países con controles medioambientales laxos, donde se despiezan o funden para obtener materiales que, a su vez, son utilizados para fabricar nuevos objetos. El problema surge cuando estos nuevos objetos son, por ejemplo, juguetes. Ya se ha dado algún caso



Ilustración 7: Origen de una cama de Ikea.
Fuente: Sourcemap.com

Conociendo la procedencia de los objetos podremos evitar el consumo desmesurado de materiales básicos

de retirada del mercado de juguetes que contenían sustancias nocivas para la salud porque su fabricación en ciertos países no había pasado los controles de seguridad pertinentes. Una vez más, no saber de dónde vienen las cosas puede tener consecuencias graves.

De ahí la iniciativa de Sourcemap para devolver la transparencia a lo largo de la cadena de suministro. Voluntarios de todo el mundo investigan el origen de las cosas porque es frecuente que las propias empresas no sean completamente conscientes de la procedencia de lo que venden. Desde los muebles de Ikea hasta los vasos de papel para el café, pasando por la producción porcina, todos estos ejemplos han sido sometidos a una investigación por parte de consumidores interesados en plasmar sobre un mapa su recorrido desde el momento de su fabricación hasta que acaban en manos de consumidores a lo largo y ancho del planeta.

En definitiva, la colaboración de los consumidores a nivel global facilita la circulación de información que puede ayudar a mejorar la calidad de vida y reducir el impacto ecológico de nuestros hábitos en el planeta. Precisamente es el Internet de las Cosas la tecnología que permite realizar el seguimiento y recopilar información valiosa acerca de objetos provistos de sensores y dispositivos inteligentes. Otra muestra más de cómo la innovación a través de la tecnología se pone al servicio de las personas para retrasar los efectos perjudiciales que tiene nuestro modo de vida sobre el medio ambiente.

5 Factores determinantes en el futuro del Internet de las Cosas

- Principales barreras al IoT
- Los protagonistas y su apuesta por el futuro

El Internet de las Cosas será la estructura más compleja que la humanidad haya creado jamás. En una generación, es probable que exista un billón de nodos que midan cualquier cosa que se pueda medir sobre la faz de la Tierra y con la información extraída de esos datos controlaremos todos los aspectos del mundo que hemos construido.

El hecho de que podemos planificar una gran parte de esta labor de antemano –acertar con los estándares, reglas y aplicaciones antes de que hayamos avanzado demasiado– constituye una oportunidad para que se dé un magnífico ejemplo de bloqueo del escritor, en versión arquitecto informático. O se trata de arrogancia. O de ambas cosas.

Sin embargo, contamos con una amplia experiencia sobre la forma en que se diseñan y construyen estructuras complejas y confusas. Entonces, ¿qué podemos aprender del pasado y cómo nos puede orientar?

1. ¿Quiénes serán los arquitectos de todo esto? Buena parte de la conversación en nuestra reunión de la Fundación giró en torno al diseño de la IoT: ¿sería mejor de arriba abajo (de forma ordenada, integrada, como corresponde a una corporación gigante o a China) o de abajo arriba (de forma confusa, innovadora, resultado de apaños brillantes? No obstante, ¿cómo podría funcionar todo como un sistema?). Muchos en la reunión se decantaron por uno u otro bando. ¿Está justificada esta tensión?

La historia nos dice que algunas de nuestras estructuras más complejas y viables no son grandes redes integradas, sino que en realidad se trata de varias redes heterogéneas, que se adaptan y aprenden. La planificación es más una aplicación sistemática de lo aprendido que un acto de preordenación. Las ciudades e Internet son, ambas, buenos ejemplos de ello y también dos de los mayores logros de la humanidad. Al mismo tiempo, con las comunidades de innovación global actuales y el *crowdsourcing*, es más que probable que algunas de las ideas más valiosas y perdurables vayan a surgir como sorpresas no planificadas.

2. El Internet de las Cosas tiene carácter político. Es algo digno del aprendiz de brujo, que va a afectar a toda nuestra vida, con grandes repercusiones sociales, económicas y sobre la privacidad. Por lo tanto, más vale que sea construida de forma inclusiva, ya que, de lo contrario, el temor puede superar sus beneficios.

Los padres fundadores de Estados Unidos no prescribieron el modo en que se debería dirigir el país durante los siguientes doscientos años; diseñaron mecanismos para la participación y la manifestación de intereses discrepantes. En el caso del IoT existe una oportunidad similar de gobierno flexible. He aquí un ejemplo precoz citado en este

capítulo: la tecnología de control energético de SmartMeter desarrollada por una empresa de suministro de California fue objeto de oposición por parte de los clientes, que consideraron que se trataba de una falta de control y un acto de vigilancia. Sin embargo, una tecnología similar que permita que los clientes descubran cómo ahorrar energía de forma individual y como comunidad, incluso como una forma de juego, no se considera una intromisión. Del mismo modo, el movimiento *Open Data* en las ciudades supone la participación de grupos de la comunidad, periodistas y *hackers* con sensores y datos, creando apoyo y nuevas ideas para las soluciones urbanas.

3. Nadie sabe cuál será la *killer application* del IoT. En primer lugar, vamos a instrumentalizar las cosas obvias (las mismas cosas que hemos medido a lo largo del siglo xx): energía, transporte y procesos industriales. Sin embargo, las aplicaciones más profundas del Internet de las Cosas no existen en la actualidad y probablemente, si existieran, nos parecerían cosas sin sentido.

La primera vez que escuché que el MIT colocaba sensores en elementos de basura para ver dónde iban, pensé, «eso es una tontería; han instrumentalizado la basura. ¿Por qué han hecho eso? Tal vez sea un proyecto artístico». En realidad, TrashTrack reveló matices de la cadena de suministro inversa que nadie había observado con anterioridad, y reclamó la atención del Gobierno y la industria.

De modo que, cuando oigan hablar de aplicaciones de IoT que parecen tontas, molestas o triviales, presten atención. ¡Alguien está viendo algo nuevo! Y tal vez en ese detalle encuentre una pista que marque el futuro.

Peter Hirshberg

Consejero delegado de The Reimagine Group y expresidente de Technorati

¿S

abía que el número de máquinas operativas en el planeta se estima en 50.000 millones y se espera que el número de líneas M2M a escala global alcance los 186 millones en 2012⁷⁰? En otras palabras, teniendo en cuenta que hay 6.000 millones de personas en el mundo con necesidades de comunicación, resulta muy atractivo el potencial de utilizar conexiones entre máquinas capaces de comunicarse entre sí. A la vista está que cada vez son más las aplicaciones controladas por máquinas, pasando desapercibidas pero permitiendo reducir costes y optimizar sistemas.

Conforme estas cifras crecen de manera exponencial, imagine un mundo automatizado sin errores de cálculo y donde las incidencias se resuelven en cuestión de segundos. Pongamos el caso de un accidente de tráfico entre dos coches. Las cámaras de seguridad lo detectan y, mientras se activa el protocolo de servicios médicos, los semáforos se programan para reconducir el atasco. Si a este escenario sumamos la omnipresencia de Internet y la constante circulación de información (mientras se ha enviado automáticamente un SMS a la compañía de seguros para dar parte del accidente), se puede vislumbrar un futuro en el que primarán la funcionalidad y la inmediatez.

En este mundo ideal ¿qué puede ir mal? ¿Estamos ante otra moda que tan pronto puede cambiar nuestro modo de vida como caer en el olvido? En este capítulo se discuten los factores que darán forma al IoT, tanto los aspectos que impulsarán su adopción generalizada como aquellos que pueden ralentizar el proceso.

5.1. ¿El Internet de 'qué'? Principales obstáculos al Internet de las Cosas

Los dos principales obstáculos a la adopción del Internet de las Cosas son similares a los de otros desarrollos tecnológicos anteriores que afectan al día a día de las personas: asegurar la privacidad y seguridad de las nuevas soluciones, y conseguir estándares globalmente aceptados. Otras preocupaciones que amenazan con poner freno a su despegue son las limitaciones de la infraestructura actual, la falta de interoperabilidad entre sistemas, la fuerte inversión necesaria en equipos y las barreras psicológicas. Los expertos del Future Trends Forum opinan que la gran mayoría de los factores identificados como desafíos en la adopción del Internet de las Cosas tienen importancia significativa, situándose en una valoración por encima de los tres puntos. Los aspectos de privacidad y seguridad encabezan la lista, con una valoración de cuatro puntos de importancia (véase la ilustración 8).

A continuación trataremos estos y otros de los principales obstáculos que se plantean ante la adopción masiva del Internet de las Cosas.

Pesadilla en Bakersfield

La ciudad de Bakersfield, al norte de Los Ángeles, se enfrentó a una de las facetas más negativas del IoT cuando la compañía Pacific Gas & Electric desplegó una red inteligente masiva para los hogares de la zona. Como parte del proyecto, se instalaron en las casas contadores «inteligentes» que, a diferencia de los tradicionales, pueden leerse desde una ubicación remota. Esto evitaría las lecturas de contador y las facturas por estimación que tanto molestaban al usuario. Incluso la compañía podría reconectar de manera rápida y remota la corriente en caso de un apagón.

⁷⁰ Silicom.com: "Mobile M2M connections on the up" (mayo 2008) <http://networks.silicon.com/mobile/0,39024665,39213366,00.htm>.

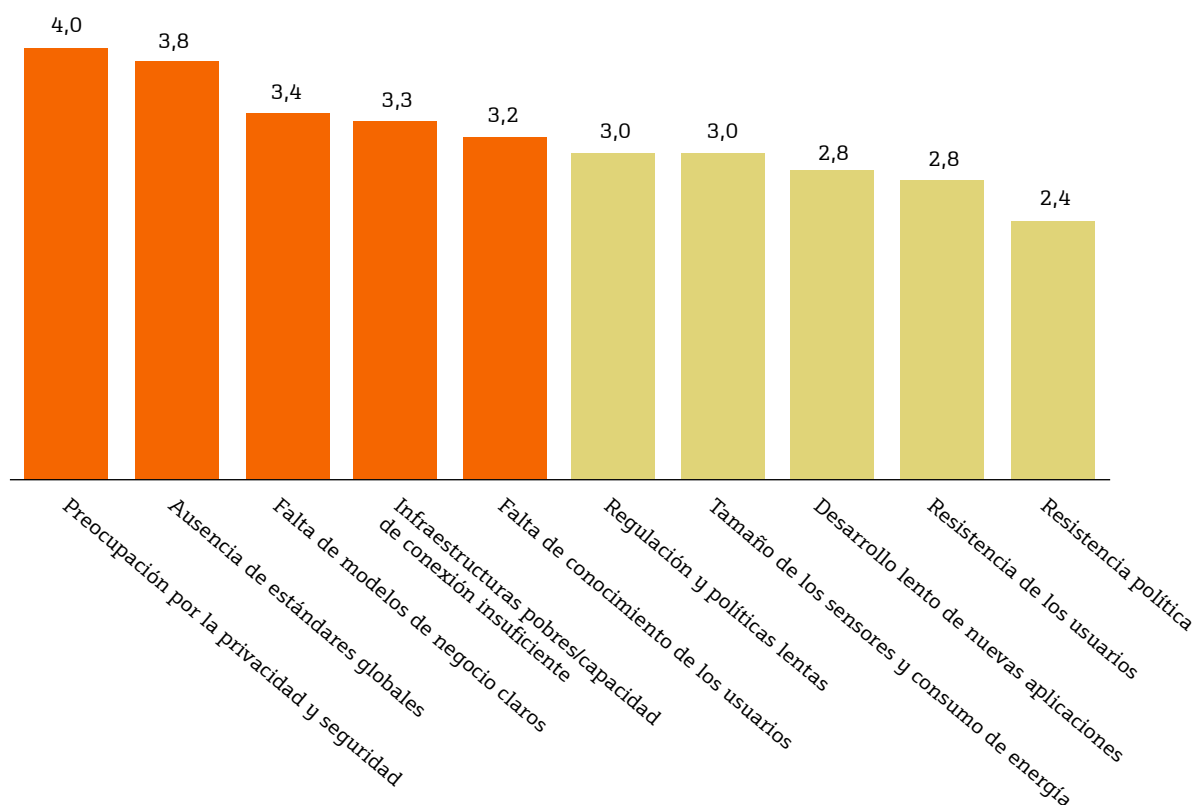


Ilustración 8: Valoración de factores en una escala del 1 al 5 (1= no significativo; 5= muy importante) como desafíos en la adopción del Internet de las Cosas.

Fuente: Elaboración propia.

Poco después, los residentes de Bakersfield recibieron su primera factura y comenzó una campaña de quejas de alta repercusión pública. Para algunos, el gasto se había triplicado. La compañía alegó que el incremento desorbitado era debido a la ola de calor que se había producido y a que los consumidores no se habían esforzado en adaptar su consumo a horarios con tarifas más baratas (por ejemplo, la nocturna)⁷¹. Sea como fuere, el incidente ha frenado la euforia inicial de apuntarse al *smart grid* (en español «red inteligente») y puede suponer un obstáculo en la mente de otros consumidores a la hora de adoptar tecnologías relacionadas con el IoT.

Como lección aprendida, para evitar situaciones como la de Bakersfield es importante gestionar las expectativas de los clientes en torno a las aplicaciones del IoT. En este caso, era fundamental que el consumidor fuera consciente de que el cambio requería también un esfuerzo por su parte. Lo ideal hubiera sido complementar el despliegue de la red con cuadros de mando en los hogares que ofrecieran información sobre el consumo y su coste en tiempo real. *Opower*, una *start-up* estadounidense, ya recurre a la «ingeniería social» para lograr el compromiso de sus clientes ofreciendo los datos acerca de su consumo y el de sus vecinos (sin nombre y apellidos) para animarlos a ahorrar energía⁷². Su herramienta analítica es capaz de extraer y comparar los hábitos de una comunidad, procesando millones de lecturas de consumo eléctrico cada hora. Los fabricantes de electrodomésticos *General Electric* y *Whirlpool* también se han

⁷¹ «PG&E smart meter problem a PR nightmare» (noviembre 2009) <http://www.smartmeters.com/the-news/690-pgae-smart-meter-problem-a-pr-nightmare.html#>

⁷² «Sensors and Sensibilities» (noviembre 2010) <http://www.economist.com/node/17388338>

¿Estamos ante otra moda que tan pronto puede cambiar nuestro modo de vida como caer en el olvido?

apresurado a desarrollar versiones inteligentes que realizan este seguimiento del consumo por el cliente.

Gran Hermano 2.0

¿Quién se subiría a un avión dirigido únicamente por una máquina, sin intervención alguna de un piloto? Todavía nos cuesta ceder el control a procesos automáticos por la inseguridad que produce la inteligencia artificial. Queda mucho camino por recorrer para que un ordenador pase el test de Turing, es decir, que sea capaz de demostrar científicamente que es inteligente. La prueba consiste en que un juez situado en una habitación debe averiguar mediante una serie de preguntas escritas si al otro lado de la pared hay una persona o una máquina. La tesis de Turing es que el juez no podrá distinguir entre los dos si ambos jugadores son lo suficientemente inteligentes. Hasta el momento, ninguna máquina ha sido capaz de superar la prueba.

Muy conscientes de esta barrera psicológica y de la necesidad de garantizar las máximas medidas de seguridad, en octubre de 2008 los ministros europeos responsables del área de tecnologías de la información debatían los retos en privacidad y seguridad en la transición hacia el IoT⁷³. Cantidades ingentes de información se transferirán y estarán al alcance de mucha gente. Personas sin autorización podrán acceder a datos y extraer información de perfiles de usuario con fines comerciales o, incluso, criminales. ¿Sabía que Google ha desarrollado la tecnología que permite el reconocimiento facial de un rostro al más puro «estilo FBI»⁷⁴? Simplemente con hacer una foto a una persona por la calle, se podrá poner en relación con información disponible en Internet, por ejemplo, una cuenta de Facebook.

El desarrollo tecnológico permite además localizar objetos y, por lo tanto, a sus propietarios. Hay padres japoneses que, angustiados por la seguridad de sus hijos, no han dudado en plantar etiquetas RFID en sus mochilas para ser informados por SMS de todo movimiento que hacen. En el extremo contrario, ya hay un grupo de casi 250.000 usuarios que han solicitado que [Google Street View](#) (un servicio de mapas con fotografías reales de las calles y edificios) difumine sus casas a raíz de un proyecto de una ley en Alemania que pretende endurecer la normativa de privacidad en torno a este servicio⁷⁵. Innovación o violación de la intimidad... ¿Estamos ante la distopía orwelliana hecha realidad?

«No me chilles, que no te veo»

Al contrario de lo que se podría presuponer, es habitual que los sensores que se utilizan para transformar nuestras ciudades en «inteligentes» funcionen sobre sistemas fragmentados e incompatibles, lo que impide su interacción. Si no operan sobre la misma infraestructura, difícilmente podrán compartir datos y lanzar procesos automatizados en cadena. Pongamos como ejemplo los dispositivos electrónicos de un coche, desde el testigo que indica la presión baja en una rueda hasta los limpiaparabrisas que se accionan solos cuando caen las primeras gotas de lluvia. Al estar tan fragmentado el mercado de fabricantes, no existe en la industria ningún estándar que evite volver a programar el funcionamiento de dichos dispositivos cada vez que se diseña un coche, incluso cuando se trata de la misma marca. La incompatibilidad también está presente en el mercado de los coches eléctricos. A falta de un consenso, cada uno de los fabricantes está diseñando sistemas de carga que no se «hablan» entre sí.

⁷³ <http://www.euractiv.com/en/infosociety/internet-things-prompts-eu-push-privacy-rights/article-176075>.

⁷⁴ <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1280145/Google-facial-recognition-debate-goggles-privacy-controversy.html>.

⁷⁵ «Sensors and Sensibilities» (noviembre 2010) <http://www.economist.com/node/17388338>.

Todo apunta a que la competencia del siglo **xxi** se producirá en torno a la supremacía de un sistema operativo que controle todos los mecanismos, de la misma manera que Microsoft y Apple tomaron posiciones en la batalla de los sistemas operativos para ordenadores personales. Según los expertos del Future Trends Forum, para reducir la fragmentación hay que empezar por elegir «ganadores» e intentar que una mayoría apoye una solución estándar de facto. Sostienen que resulta contraproducente preestablecer un estándar porque es prácticamente imposible comercializar un producto innovador a la primera sin que necesite adaptaciones. Ponen como ejemplo el caso de las comunicaciones móviles, un sector en el que transcurren aproximadamente siete años desde que la idea se concibe hasta que el consumidor acepta el estándar, lo cual supone un plazo significativo.

Hasta que se decida el estándar, se ha encontrado una solución temporal a la falta de interoperabilidad. El *open source* consiste en que el código fuente de un programa sea visible para todo el mundo como método más colaborativo para desarrollar aplicaciones⁷⁶. No obstante, un sistema operativo abierto y ubicuo no es una solución permanente, especialmente teniendo en cuenta que las aplicaciones pueden tener fines armamentísticos. Los robots Talon, por ejemplo, fueron concebidos para desactivar explosivos en conflictos bélicos. Si su código fuente se programara a través de una colaboración, serían extremadamente vulnerables a posibles *hackers*. Que se lo digan a las centrales nucleares, eléctricas y oleoductos a las que el pasado septiembre de 2010 puso en jaque el gusano Stuxnet al amenazar con tomar el control de sus procesos.

Suma y sigue

Tal y como se señalaba en el capítulo dos, los sensores son dispositivos que se colocan en objetos cotidianos para medir variables como la temperatura o el movimiento y enviar esta información a través de Internet. Si bien es verdad que los sensores son cada vez más baratos, muchas de las herramientas y equipos complementarios para su uso requieren una inversión muy alta. A menos que tengan una aplicación en el sector industrial, no resultan demasiado rentables a nivel particular o residencial.

Algo similar ocurre con las etiquetas RFID. Los fabricantes de bienes de consumo susceptibles de llevar estas etiquetas están esperando a que existan en el mercado suficientes lectores RFID. Y viceversa: los fabricantes de los lectores no quieren aumentar su producción hasta que no haya una masa crítica de productos con etiquetas integradas⁷⁷. Este círculo vicioso tiene su efecto en la acogida de estándares. Establecer las reglas del juego demasiado pronto puede obstaculizar la innovación, pero su ausencia desincentiva la inversión en la tecnología por miedo a posibles cambios en la normativa.

Aun así, algunos expertos del Future Trends Forum señalan la necesidad de responder con estándares a los vacíos legales que existen en cuanto a la cantidad de información que se va a empezar a acumular. Aspectos como la retención y seguridad de los datos ya se han convertido en una industria en sí –de unos 4.600 millones de dólares en 2009– pero, ¿es suficiente teniendo en cuenta el crecimiento del Internet de las Cosas?⁷⁸

⁷⁶ *Cloud Computing: la tercera ola de las tecnologías de la información*, Future Trends Forum de la Fundación de la Innovación Bankinter.

⁷⁷ «The Difference Engine: Chattering objects», *The Economist* (agosto 2010) <http://www.economist.com/node/21009505>.

⁷⁸ «The Digital Universe Decade – Are You Ready?» IDC (mayo 2010) <http://www.ifap.ru/pr/2010/n100507a.pdf>

Establecer las reglas del juego demasiado pronto puede obstaculizar la innovación, pero su ausencia desincentiva la inversión en la tecnología

El cuello de botella

A través de Internet, los ordenadores y equipos se conectan entre sí mediante sus respectivas direcciones IP. Bajo la versión IPv4 utilizada actualmente, sólo hay cabida para unas 4.300 millones de direcciones. Teniendo en cuenta que casi un tercio de la población mundial ya está conectada (aproximadamente 2.000 millones de personas), no queda mucho margen para seguir conectando todos los objetos del Internet de las Cosas. Este cuello de botella en nuestras infraestructuras tendría solución en la última iteración del protocolo (IPv6), que permitiría alojar unos 340 *billones de billones de billones* (itres veces billones!) de direcciones IP. Es decir, «más que suficiente para todo lo que hay en el planeta y el resto del sistema solar también⁷⁹». Sin embargo, todo dependerá de lo rápido que se adopte el IPv6. Por lo pronto, el 8 de junio de 2011, Google, Facebook y Yahoo, entre otros, ofrecerán su contenido sobre IPv6 durante un simulacro de veinticuatro horas.

La otra cara de la moneda tampoco está exenta de problemas. Conforme se superen las limitaciones de capacidad, se estará construyendo un sistema cada vez más interconectado en el que cualquier fallo puede producir un efecto dominó. ¿Estamos dispuestos a encomendar a máquinas tareas relacionadas con nuestra salud o el funcionamiento general de nuestro hogar, con el riesgo de una caída del sistema, un ataque cibernético o un desastre natural? Por no hablar de que todavía hay lugares donde la conexión a internet es todavía muy deficiente o incluso inexistente. Algunos expertos del Future Trends Forum sostenían que con el Internet de las Cosas en realidad se estaba intentando correr antes de saber andar.

Otro problema que hay que tener en cuenta es la saturación de datos. Tal y como se comentaba al principio de esta publicación, gracias a la integración de sensores en objetos cotidianos, la cantidad de información que está a disposición de todo el mundo se está volviendo cada vez más inmanejable. ¿Cómo encontraremos la información que necesitamos, cuando la necesitamos? Existe todo un filón en los negocios dedicados a la estructuración y gestión de datos en Internet. Prueba de ello es la proliferación de sitios web dedicados a la venta de contenidos más depurados y exclusivos, para evitar un aluvión de resultados en Google.

¿Soluciones innecesarias para problemas sencillos?

Paremos un momento a pensar. ¿Paraguas con mangos que cambian de color según la predicción del tiempo? ¿*Smartphones* que te indican la ratio de mujeres frente a hombres en un bar? ¿Dispositivos que indican cuándo hay que cambiarle el pañal a un bebé? Todo son maravillas de la ciencia que, afortunadamente, también tienen una solución mucho más sencilla. Parece que se trata de redefinir objetos ya existentes y que la tecnología viene impulsada más por una gran oferta que por la demanda. El paraguas que parpadea cuando va a llover gracias a una conexión wifi con un portal meteorológico cuesta unos cien euros. ¿Es un precio demasiado alto por no tener que sacar la mano por la ventana?

Algunos expertos argumentan que campos como el sanitario pueden beneficiarse del IoT. Un dispositivo con un sensor de glucosa que libera insulina podría ahorrar a un diabético la visita a su centro médico desbordado. Sin embargo, muchas de las aplicaciones IoT parecen dirigidas a personas mayores que son, precisamente, quienes mayor resistencia presentarán para adoptar la tecnología. Es más, la creciente automatización de servicios perjudica al empleo en el sector que sustenta

⁷⁹ «The Difference Engine: Chattering objects», *The Economist* (agosto 2010) <http://www.economist.com/node/21009505>.

la mayoría de las economías desarrolladas del mundo. El trato al cliente es la piedra angular de sociedades como la estadounidense. ¿Realmente queremos que el contacto humano siga menguando, si ya molesta ser atendido por un sistema de voz automático que entra en un bucle infinito de preguntas?

Algunos expertos se preguntaban si en un futuro nuestros hogares se convertirían en un nuevo campo de batalla entre las grandes corporaciones. [Adrian Wooldridge](#), experto del Future Trends Forum, explicaba que «la gente ansía simplicidad: quieren una sola factura, un solo proveedor, una sola solución integrada» y adelantaba que las compañías que puedan reunir una gran variedad de servicios de Internet tienen la oportunidad de hacerse con el control de todo lo necesario para operar nuestras casas, desde la conexión a la Red hasta la calefacción y el riego del jardín.

5.2. ¿Quién, dónde y cómo se ganará el juego?

Este nuevo mundo de posibilidades genera numerosas preguntas sobre su futuro, con mucho potencial, pero también numerosas incógnitas. Nos centramos en tres cuestiones fundamentales, íntimamente relacionadas entre sí.

En primer lugar, existe la duda sobre quiénes liderarán el cambio. ¿Los gobiernos? ¿Las grandes empresas? ¿Los emprendedores? ¿O más bien los consumidores? Todos presentan sus credenciales para liderar el cambio.

En segundo lugar, nos planteamos a qué regiones debemos prestar más atención. Estados Unidos y Europa han sido tradicionalmente vistas como los motores impulsores, pero China y, en sectores específicos, otras regiones del mundo vienen empujando con fuerza.

Por último, el debate sobre la mejor forma de promover el Internet de las Cosas está servido. Desde el punto de vista del sector privado, los expertos del Future Trends Forum discutieron que existen dos formas que impulsarán la innovación: la liderada desde arriba por las grandes empresas frente a la empujada desde abajo por emprendedores y consumidores. Desde el punto de vista público, la gran cuestión es el enfoque más adecuado: ¿sistemas abiertos y colaborativos, o sistemas dirigidos?

Los agentes del cambio

¿Cuál es la democracia que *crece* más rápidamente en el mundo? La respuesta es Facebook, con 600 millones de usuarios que *diariamente* votan lo que les gusta y lo que quieren. Hace décadas se pronosticaba el dominio de las multinacionales sobre los Estados como órganos de gobierno. Igual que ese guión es más propio de una película de ciencia ficción, no parece probable que las redes sociales se conviertan en asambleas constituyentes. No obstante, la mayoría de los expertos del Future Trends Forum comparte la opinión de que los gobiernos no están preparados para afrontar toda la normativa necesaria para regular el nuevo ecosistema del Internet de las Cosas. La rapidez con la que rotan los líderes políticos impide una reflexión sobre la evolución de un país a largo plazo y la burocracia suele interponerse en el camino de acordar unos estándares.

El papel del Gobierno sigue siendo clave en la innovación, pero se trataría más de un papel de liderazgo que de control. El Estado puede dirigir el establecimiento de

estándares comunes que, desde el punto de vista técnico, garanticen aspectos como la interoperabilidad de los sistemas y los derechos individuales de los participantes. Algunos expertos afirman que estándares archiconocidos como Apple o Microsoft no surgieron de una imposición gubernamental, sino de modelos radicalmente nuevos que acababan convirtiéndose en el estándar dada su amplia adopción como tales. Los expertos del Future Trends Forum aludían a la necesidad de centrarse «en lo que quiere el consumidor». Y eso es precisamente lo que diferencia a Apple de otros fabricantes de *smartphones*: ha hecho un negocio de entender lo que quiere el consumidor. De hecho, los expertos han destacado a los principales consumidores del sector como el segundo grupo de agentes más importante a la hora de impulsar el Internet de las Cosas –después de los emprendedores, por supuesto– (véase la ilustración 9).

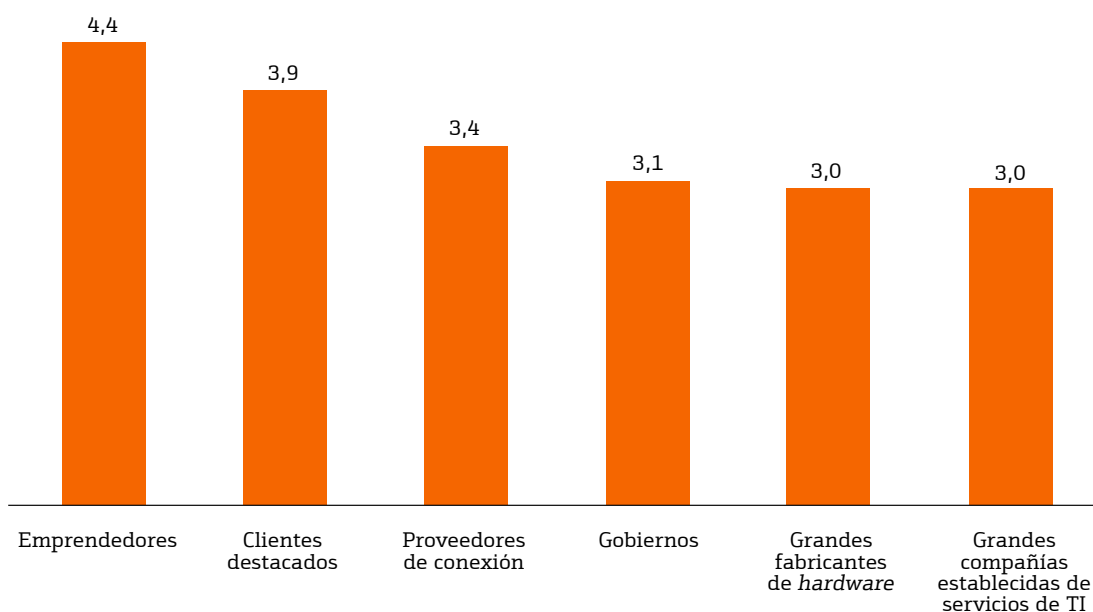


Ilustración 9: Valoración de agentes en una escala del 1 al 5 (1= no significativo; 5= muy importante) como los impulsores de la adopción del Internet de las Cosas.

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, hay muchas otras compañías que no son Apple, especialmente las de suministros con iniciativas de *smart grid*, que encuentran dificultades para alinear sus objetivos de maximización de beneficios con la reducción del consumo en el marco de ciudades más eficientes e «inteligentes». ¿Qué incentivo tienen las empresas para promover el ahorro energético a menos que sea en cumplimiento de una normativa del Gobierno? ¿Y qué probabilidades tienen los gobiernos de establecer dicha normativa teniendo en cuenta todos los grupos de interés involucrados?

Antes que como agente regulador del mercado, muchas empresas están más interesadas en el Estado como un cliente de aplicaciones RFID en documentos nacionales de identidad o pasaportes, o de vehículos de energía alternativa. El uso de nuevas tecnologías revolucionaría la forma de operar y organizarse que tienen

los servicios públicos. «En lugar de constituir un conjunto de silos departamentales, podrían asemejarse a las plataformas informáticas. La mayoría de servicios, desde los sistemas de pago hasta la información del tráfico, se facilitarían en una única versión y se utilizaría por todos los departamentos, o por las empresas privadas que quieran ofrecer sus propias aplicaciones urbanas»⁸⁰.

Para que las empresas puedan hacer esto, sería necesario que se pusiera a disposición del dominio público toda la información que se ha ido recopilando y acumulando por parte de los gobiernos. Información como estadísticas del funcionamiento del servicio público, cifras de crímenes, o mapas que pueden ser utilizados por empresas e individuos para ofrecer servicios nuevos o, incluso, sacarle los colores a más de un dirigente. Con *business intelligence* nos referimos al conjunto de estrategias y herramientas enfocadas a la administración y creación de conocimiento mediante el análisis de datos existentes en una organización o empresa. Ciudades pioneras como Londres, San Francisco o Washington han hecho públicos estos contenidos.

Un sistema más horizontal, caracterizado por la apertura de la información y la colaboración entre agentes, permitiría formas innovadoras de gestionar datos. Sin embargo, la idea de compartir esa gran cantidad de información para que sea indexada no acaba de despegar. Las mayores preocupaciones giran en torno a la privacidad de los datos. Pueden existir ciertas reticencias por parte de asociaciones estadounidenses como la FDA o conflictos con leyes como la Health Information Protection Act (HIPA, referente a la normativa que se aplica a información privada de la salud en papel o formato electrónico). Contradictoriamente, parece que muchos de los campos de desarrollo para el IoT (energía, salud y medio ambiente), siguen necesitando un fuerte liderazgo por parte del Estado que dirija la consecución de modelos escalables. Algunos expertos sostienen que una vez establecidas ciertas eficiencias, se podría tirar de la innovación que viene de la base del sistema, es decir, de los usuarios que inventan las llamadas *killer apps*⁸¹.

Al preguntar a los expertos del Future Trends Forum por las regiones que iban a ser precursoras del Internet de las Cosas en las distintas industrias, Estados Unidos, seguido de Europa y China, aparecen como los claros líderes. Sin embargo, destaca la presencia de otras áreas del mundo en industrias específicas como África en construcción inteligente, tecnología médica, salud y farmacéuticas y logística y la de América del Sur en energía y medio ambiente (véase la ilustración 10).

⁸⁰ «Sensors and Sensibilities» (noviembre 2010) <http://www.economist.com/node/17388338>.

⁸¹ La traducción literal es «aplicación asesina» y se refiere a la **aplicación informática** determinante, es decir, cuya implantación supone la definitiva asimilación por los usuarios. El ejemplo por excelencia es el correo electrónico, que ha sustituido al correo tradicional.

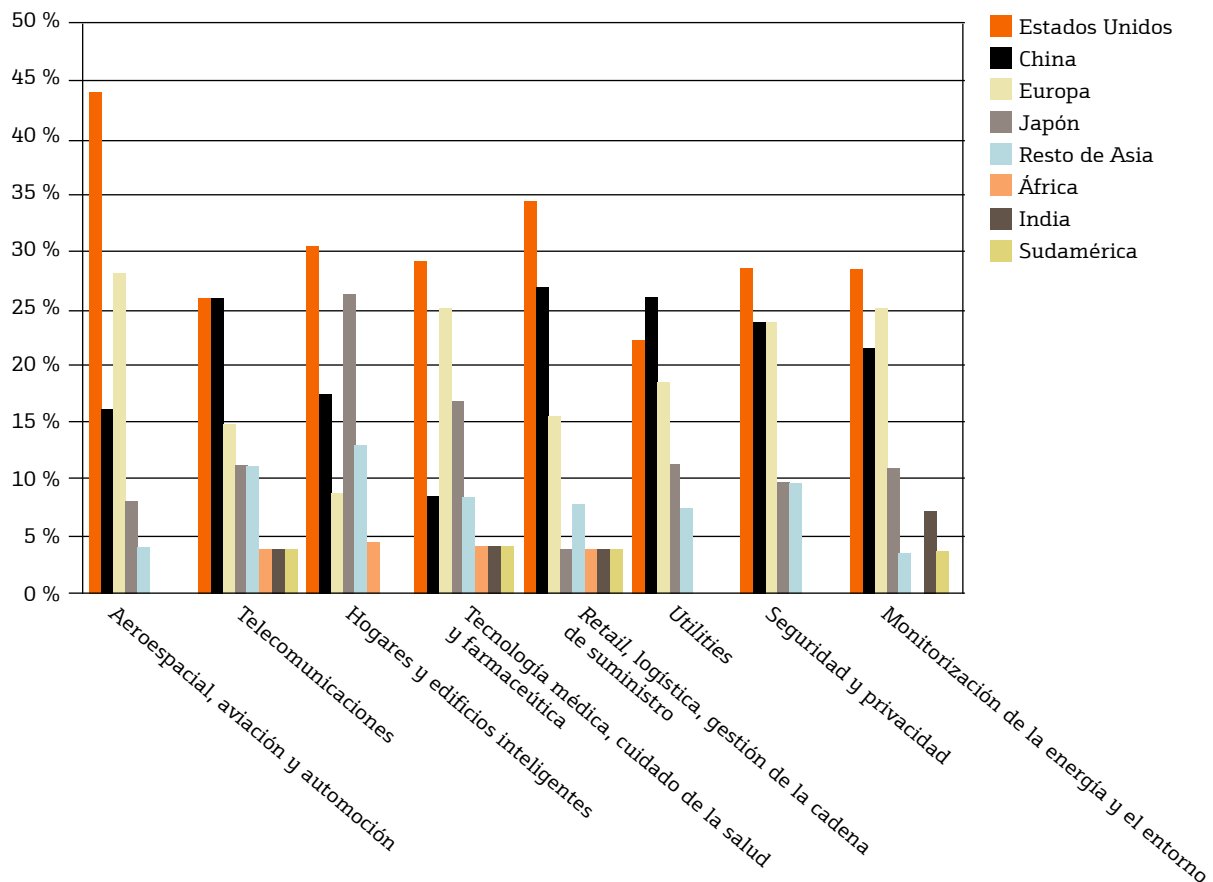


Ilustración 10: Velocidad de adopción del Internet de las Cosas en las distintas industrias.
Fuente: Elaboración propia.

Este análisis es reflejo de un proceso de desplazamiento de las fuerzas de poder en el escenario internacional al que estamos asistiendo. Los países de las economías desarrolladas pierden peso dentro del mercado mundial, mientras que los de economías emergentes poco a poco han empezado a despuntar en áreas como la innovación, reservada hasta ahora a los países más avanzados. El terreno del Internet de las Cosas no constituye ninguna excepción. Gracias a la globalización y a la libre circulación de bienes, personas e información, no hay razón para pensar que habrá un grupo de países determinados más propensos a generar innovación dentro del marco del IoT.

Algunos casos de éxito

Una de las historias de mayor éxito para Europa en la tecnología inalámbrica es el GSM. La habilidad de las instituciones e industrias europeas para trabajar conjuntamente con el objetivo de crear un estándar común permitió que fuera aceptado y adoptado de manera universal. No resultó una tarea fácil, teniendo en cuenta las innumerables idiosincrasias diferentes de la Unión Europea⁸². Por ahora, no parece que se esté emprendiendo el mismo camino con el Internet de las Cosas. Las iniciativas en los países desarrollados son dispersas y, aparentemente, no se busca la consecución de un estándar común que guíe a todos los países en la senda de la innovación IoT.

⁸² «Internet of Things in 2020 Roadmap for the future» (septiembre 2008)

Hay dos proyectos que cabe destacar por fijar un objetivo a largo plazo e intentar involucrar a la ciudadanía en el proceso. Para convertir la capital holandesa en una «ciudad inteligente», se creó [Amsterdam Innovation Motor](#) (AIM), una *joint venture* entre el sector público y privado encargada de proponer proyectos y mediar entre las dos partes involucradas⁸³. Hemos aludido anteriormente a la importancia de involucrar al consumidor en este tipo de iniciativas para gestionar sus expectativas. En lugar de implantar la tecnología *smart metering* y pretender que los consumidores paguen sin estar informados, con AIM se ha procurado apelar a la «co-creación» del proyecto y pedir sugerencias al usuario de cómo ahorrar energía y monitorizar el consumo.

Otra iniciativa es [i-Japan Strategy 2015](#), que pretende construir una sociedad digital, vibrante e impulsada por los ciudadanos que aplique el IoT en gestión gubernamental, sanidad y educación. Italia ya tiene más de 27 millones de consumidores después de comenzar en 2000 el que es el proyecto de *smart metering* más grande hasta el momento, y el Reino Unido tiene planes de equipar unos 29 millones de hogares con esta tecnología para el año 2020⁸⁴. Estocolmo implementó con éxito su sistema de peajes, que registra las matrículas de los vehículos que pasan los puntos de control y manda una factura al domicilio del conductor o lo cobra automáticamente de la cuenta bancaria *on-line*. Además de constituir un caso representativo de IoT, permite al Gobierno un mayor control del tráfico y, por tanto, de las emisiones al medio ambiente.

El gigante del IoT: China

A mediados del año pasado, China anunció a bombo y platillo su intención de iniciar un plan nacional de IoT con el lema, «Internet + Internet de las Cosas = conocimiento de la Tierra». Algunos de los expertos del Future Trends Forum que habían visitado recientemente el país daban fe de las intenciones del gigante asiático de tomar la delantera no sólo en la arquitectura de la tecnología, sino también en la arquitectura del negocio, es decir, en maneras de hacer negocios con ello. Este hecho demuestra la seriedad de la propuesta china, ávidamente dispuesta a invertir en coste y riesgo, para posicionarse como líder en la siguiente ola de innovación tecnológica. Tanto es así que universidades como la Jiangnan University ya incorporan una facultad de ingeniería de IoT con un extenso currículum asociado⁸⁵.

¿Qué factores será los determinantes del éxito de la República Popular China en este ámbito? En primer lugar, se presentan incentivos en dos direcciones. Por un lado, el Gobierno está ejerciendo influencia hacia abajo mediante la creación de fondos y un marco regulatorio afín. Resulta evidente que con un sistema unipartidista, una mayoría se suma a la iniciativa, hay mucha menos oposición y las cosas avanzan más rápidamente⁸⁶. El municipio de Chongqing y la empresa de telecomunicaciones China Unicom anunciaron, también el año pasado, una asociación de miles de millones de dólares en inversión y recortes fiscales con el fin de generar potencialmente 7.000 millones de dólares en ingresos anuales relacionados con el IoT en un plazo de cinco años⁸⁷. Por otro lado, la motivación también viene desde abajo, de estudiantes universitarios impacientes por abrirse paso y establecer un precedente mundial.

En segundo lugar, China tiene una ventaja muy clara en cuanto a infraestructuras porque ha empezado a desarrollarlas tarde, pero aprovechando las últimas tecnologías para su construcción. En el caso de los países más desarrollados, el

⁸³ «Sensors and Sensibilities» (noviembre 2010) <http://www.economist.com/node/17388338>.

⁸⁴ «Sentec MD: Time for UK to take the smart meter plunge», *Greenbang.com* (junio 2010) http://www.greenbang.com/sentec-md-time-for-uk-to-take-the-smart-meter-plunge_14520.html.

⁸⁵ <http://english.jiangnan.edu.cn/schools/IoT.html>.

⁸⁶ «El Gobierno chino impulsa el Internet de las cosas con un Plan Nacional», *El Mundo* (julio 2010) <http://www.elmundo.es/elmundo/2010/07/12/navegante/1278933382.html>.

⁸⁷ «China quiere dominar el Internet de las cosas», *El Mundo* (agosto 2010) <http://www.elmundo.es/elmundo/2010/08/13/navegante/1281705095.html>.

La habilidad de las instituciones e industrias europeas para crear un estándar común permitió que el GSM fuera aceptado y adoptado de manera universal

supuesto beneficio de ser el primero se ha visto enturbiado por no poder seguir avanzando al tener que rentabilizar la costosa inversión inicial. China, sin embargo, está potenciando una super red inteligente para aumentar la proporción de energía renovable al 15% para 2020⁸⁸.

Por último, China pretende alcanzar el estatus del mayor fabricante mundial de IoT, pero a la vez es el país con más clientes potenciales al borde del consumismo. Por ello, tanto la oferta como la demanda son fuerzas que tiran del mercado. Lejos de quedarse únicamente en la construcción de la infraestructura, la industria china quiere ascender en la cadena de valor y llegar al consumidor final con productos de consumo provistos de Internet, suministrando a su población y a países de todo el mundo. Además, quiere ser el referente en cuanto a estándares globales.

¿Es posible que los países emergentes adelanten a los países desarrollados en materia del Internet de las Cosas? En inglés se compara con «jugar a la pídola» (*leapfrogging*), porque son capaces de «saltarse» ciertas fases para llegar a la madurez tecnológica de manera más rápida y sostenible. Todo parece indicar que sí: el edificio más conectado del mundo es el Cisco East en Bangalore, y países como Corea del Sur y Singapur se están apresurando a adaptar su infraestructura a Internet⁸⁹. Concretamente, Singapur será una de las pioneras en combinar todos sus sistemas inteligentes en uno solo gracias a la colaboración entre ministerios y agencias para establecer una hoja de ruta compartida⁹⁰.

¿David frente a Goliath?

Los expertos del Future Trends Forum opinan que la evolución del Internet de las Cosas en industrias como la domótica, la logística y el control medioambiental y energético, va a venir dada en su mayoría por lo que llaman *cheap hacks*, posibilitados en gran medida por la existencia del *open source*. Frente a los estándares tecnológicos, los *cheap hacks* son desarrollos que surgen como pequeñas modificaciones a programas o sistemas, realizadas por medios no facilitados por el fabricante o programador original. Las personas que las idean no son necesariamente profesionales, pero sí individuos técnicamente brillantes que mejoran el funcionamiento del programa de forma creativa o dando una solución poco convencional a un problema que presenta.

No obstante, los expertos sostienen que hay una serie de industrias que van a evolucionar gracias a estándares tecnológicos, quizá porque su naturaleza requiere de procedimientos más formales para aceptar innovaciones. Este es el caso de la industria aeroespacial, aeronáutica y automovilística, los suministros o la medicina y la industria farmacéutica.

La infraestructura adaptativa

Desde el punto de vista de los gobiernos, ¿cuál es el modelo de Internet de las Cosas más adecuado? ¿Triunfará la perspectiva occidental de innovación surgida de un sistema abierto y colaborativo? ¿O, en cambio, será un modelo como el del Gobierno chino, que actúa de agente capaz de financiar iniciativas a gran escala y establecer un punto de partida en estándares de interoperabilidad? No deja de ser irónico que un país tachado de vulnerar los derechos fundamentales de libertad de expresión en Internet sea el mismo que desplegó los Juegos Olímpicos de 2008, en los que las cámaras, los taxis y los sistemas de seguridad estaban conectadas vía

⁸⁸ «China está lista para construir red inteligente para aprovechar energía renovable» (marzo 2010) http://spanish.china.org.cn/specials/lianghui2010/2010-03/14/content_19604894.htm.

⁸⁹ «The Internet of Hype», *The Economist* (diciembre 2010) http://www.economist.com/blogs/schumpeter/2010/12/internet_things

⁹⁰ «Sensors and Sensibilities» (noviembre 2010) <http://www.economist.com/node/17388338>.

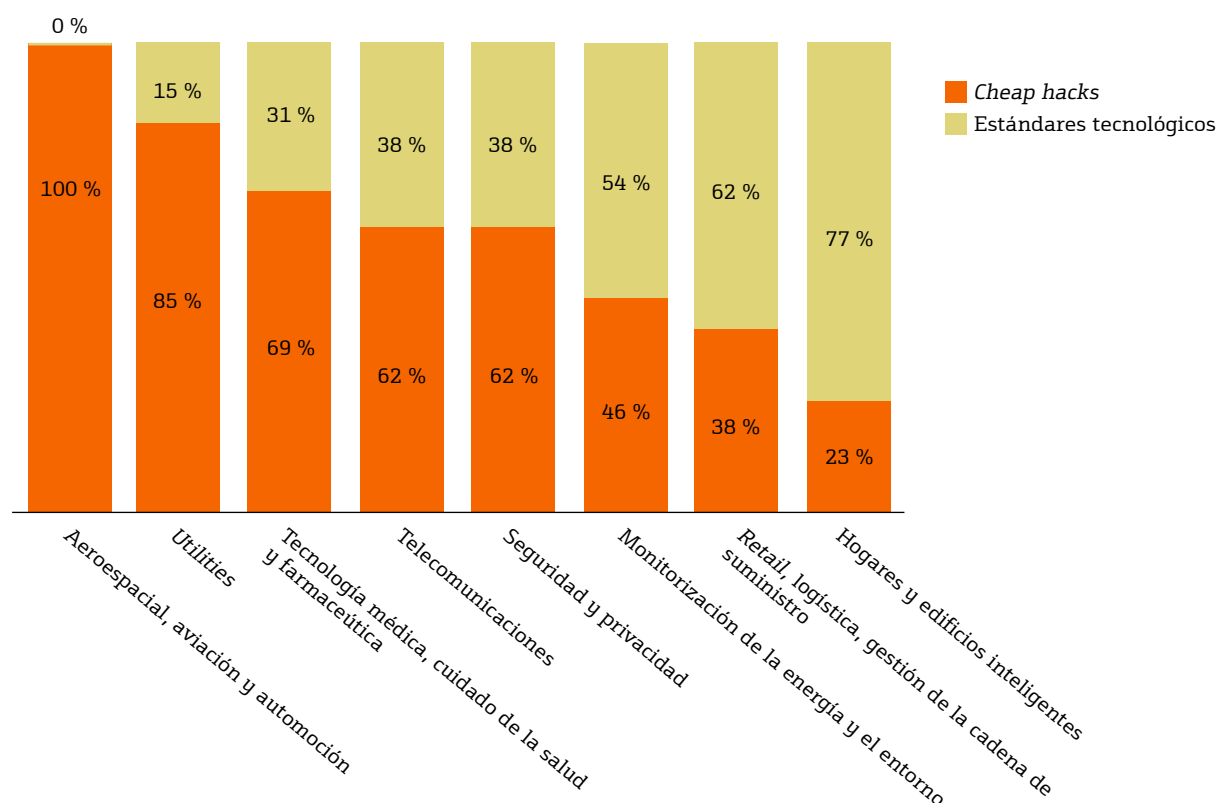


Ilustración 11: ¿Estándar tecnológico o *cheap hack*: qué va a determinar la evolución del Internet de las Cosas en las siguientes industrias?

Fuente: Elaboración propia.

IPv6⁹¹. No cabe duda de que el IoT resulta una fórmula atractiva desde el punto de vista del control de un Gobierno centralizado, pero los resultados saltan a la vista: China's State Grid Corporation marca el 2020 como año en el que habrá implementado completamente toda su red inteligente. Cabe sospechar, sin embargo, que el atractivo del IoT para Gobiernos centralizados como el chino es el control, casi como un «arma de política industrial» tal y como lo denominaba The Economist.

El tiempo lo dirá. Los expertos del Future Trends Forum afirman que el verdadero reto se encuentra en la infraestructura adaptativa, que aúna la base para el desarrollo económico y la posibilidad de cambio en el tiempo que permita la inyección de innovación al modelo. Por lo pronto, en España ya hay más de dos millones de líneas móviles asociadas a máquinas y los servicios de e-Administración nacionales se sitúan entre los mejores del mundo⁹².

⁹¹ «Sensors and Sensibilities» (noviembre 2010) <http://www.economist.com/node/17388338>.

⁹² <http://blogs.20minutos.es/masquemedios/2011/01/13/la-sociedad-de-la-informacion-avanza-a-buen-ritmo-en-espana/>.

6 Conclusión



Si preguntásemos a la gente por la calle al azar «¿qué es el Internet de las Cosas?», probablemente nadie tendría la menor idea de lo que es. Irónicamente, se trata de uno de los términos más autoexplicativos que nos podemos encontrar en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación, y aun así, parece un término de moda al que únicamente hacen referencia los expertos.

Pese a no conocerlo por su nombre, mucha gente lo utiliza a diario. Incluso hay personas que pronto se tendrán que someter a sesiones de «desintoxicación». Lo que antes servía simplemente para realizar y recibir llamadas o, como mucho, enviar y recibir SMS, se ha convertido en un «arma de conexión masiva». Se trata del *smartphone*, uno de los máximos precursores del IoT, que ha hecho realidad el sueño de «donde y cuando sea».

No obstante, a lo largo de esta publicación hemos aprendido que el Internet de las Cosas es mucho más que la ubicuidad. Para empezar, es una forma de instrumentar el planeta. A medida que los objetos cotidianos cobran vida gracias a sensores y etiquetas RFID, el mundo se torna más interconectado y dichos objetos, junto con máquinas y personas, se comunican de una forma radicalmente distinta. Al dotar a los objetos con la posibilidad de comunicarse, se ha empezado a generar información en cantidades incalculables, abriendo todo un filón para negocios que se dediquen a su extracción, interpretación y análisis.

Para continuar, el Internet de las Cosas es el estado del arte de una tecnología prometedora. Cualquier objeto imaginable es susceptible de ser conectado a la Red, lo que supone enormes avances a lo largo y ancho de las industrias. Aunque aplicable a todas, los expertos del Future Trends Forum prefieren ser cautos y señalar que el impacto no va a ser el mismo en todos los sectores. Señalan a la domótica, el *retail*, la logística, la medicina y la industria farmacéutica como los principales en los que el IoT va a tener mayor repercusión. Llama la atención que los expertos hayan considerado que el impacto sobre una de los sectores más publicitados, las *smart grids* de suministros, sea comparativamente uno de los más bajos. Es muy posible que hayan calibrado la impresión tan negativa que han dejado las primeras facturas tras la instalación de contadores inteligentes en los sistemas de suministros.

Al igual que los residentes de la prueba piloto de Bakersfield, los consumidores pueden imaginarse hasta cierto punto lo que es el Internet de las Cosas. Sin embargo, hasta que no comprendan las bases técnicas del IoT, no entenderán sus repercusiones. Tal y como se ha visto, ha sido necesaria la conjunción de tres fenómenos para posibilitar el uso del IoT a nivel de consumidor: la miniaturización de componentes sin detrimento de la velocidad a la que funcionan, alternativas como los *hotspots* que permiten compartir el escaso espectro y evitan la saturación de las infraestructuras móviles, y la aparición de aplicaciones y servicios que crean valor a partir de la información generada por el IoT. Sin estas tres condiciones, difícilmente se estaría produciendo la expansión actual a la que asistimos.

El Internet de las Cosas es un avance con un gran impacto sobre la sociedad y los negocios. A medida que la información y las personas están cada vez más conectadas, la tecnología sirve como herramienta de colaboración y toma de decisiones en un mundo en el que converge lo físico con lo digital. Los consumidores ganan en poder de negociación porque los datos que necesitan los

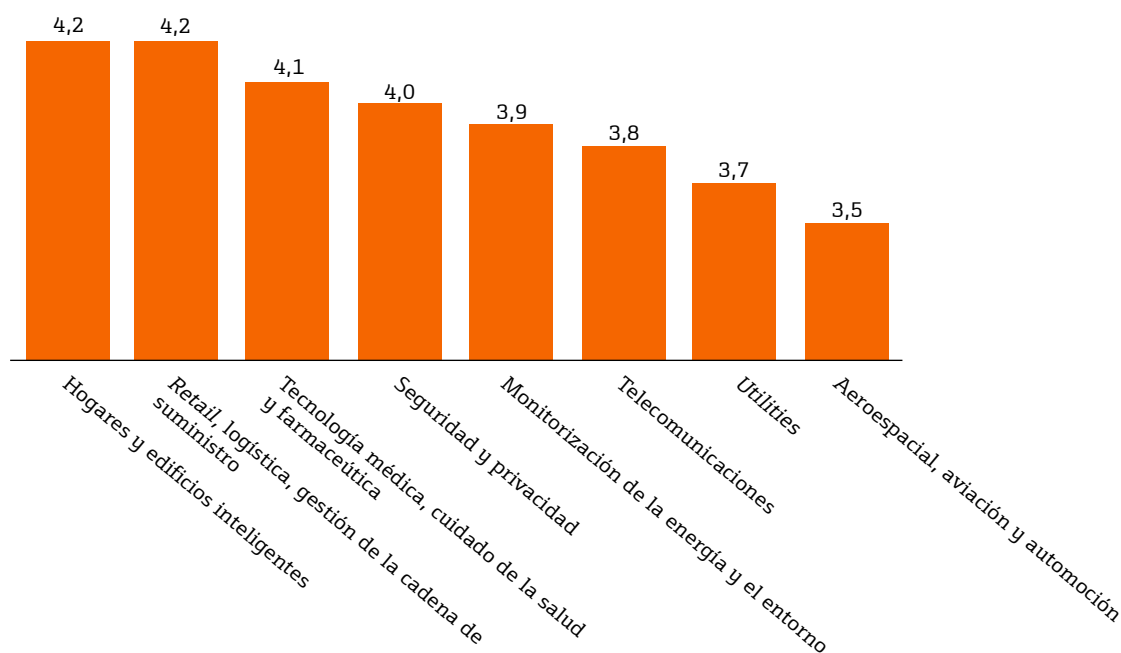


Ilustración 12: Valora en una escala del 1 al 5 el impacto del Internet de las Cosas en las siguientes industrias.
Fuente: Elaboración propia.

tienen a un clic, y surgen nuevos modelos de negocio que pretenden maximizar las posibilidades de un sistema abierto y modificable por todos. Se acabó aquello de que la empresa es una organización con fines económicos. Motivaciones tan diversas como la optimización de recursos con un claro trasfondo medioambiental, la oferta del exceso de capacidad individual o la demanda colectiva de conocimiento del origen de los productos han servido como concepto de negocio innovador bajo el paraguas del Internet de las Cosas.

Y hablando de paraguas, el Internet de las Cosas, ¿realmente se compone de innovaciones o simplemente se trata de una redefinición de objetos cotidianos que nos va a salir muy cara? Nos enfrentamos a numerosos obstáculos: direcciones IP insuficientes, colapsos informáticos encadenados, saturación de la información, falta de interoperabilidad o lagunas en cuanto a seguridad y privacidad, sólo por mencionar algunas. Sin embargo, esto no ha detenido a países como Holanda, Japón y China en su cruzada por alcanzar el máximo estatus como representante de la industria del Internet de las Cosas. España tampoco se queda atrás: ya hay más de dos millones de líneas móviles asociadas a máquinas, especialmente a contadores y mecanismos de control⁹³.

En definitiva, el Internet de las Cosas se presenta como una de las principales tendencias tecnológicas del siglo XXI, pero los retos mencionados deben ser abordados para que se produzca su uso generalizado. El más crucial, sin duda, consiste en superar la prueba de hacer llegar la conexión a Internet a muchos lugares que aún carecen de ella. No empecemos la casa por el tejado.

⁹³ <http://blogs.20minutos.es/masquemedios/tag/internet-de-las-cosas/>

Apéndice

- Glosario
- Miembros del Future Trends Forum

Glosario

A

Algoritmo

Es un conjunto prescrito de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permite realizar una actividad mediante pasos sucesivos que no generen dudas a quien deba realizar dicha actividad.

C

'Cheap hack'

Desarrollos que surgen como pequeñas modificaciones a programas o sistemas, realizadas por medios no facilitados por el fabricante o programador original.

'Cloud computing'

Nuevo paradigma de la computación en nube o *cloud computing*, según el cual cualquier cosa que pueda hacerse en informática puede trasladarse a la nube o, lo que es lo mismo, a la Red. Este modelo implica el uso de recursos informáticos como un suministro más, igual que si se tratara de la electricidad o el teléfono. Estos recursos son ofrecidos por proveedores de nube, que los gestionan en grandes centros de datos remotos y prestan servicio a múltiples clientes que acceden a ellos a través de cualquier dispositivo conectado a Internet.

D

'Datacenter' o centro de datos

Instalación utilizada para albergar sistemas de ordenadores y sus componentes asociados. Esta instalación concentra todos los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización. Por lo general, incluye fuentes de alimentación y conexiones de datos redundantes, copias de seguridad, sistemas de refrigeración y dispositivos de seguridad. El acceso a estos recursos informáticos se realiza a través de las conexiones de datos o Internet. En el caso de proveedores de *cloud computing*, estos centros de datos también concentran las necesidades de procesamiento de los clientes.

E

Etiqueta RFID

Dispositivos pequeños, similares a una pegatina, que pueden ser adheridos o incorporados a un producto, un animal o una persona, y contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID.

I

Internet de las Cosas (IoT)

Nuevo concepto que completa la evolución de las comunicaciones y la informática, aplicándola a los objetos, que facilita una mejor interacción con ellos. Se refiere a una red de objetos cotidianos interconectados a través de Internet.

IPv6

Es una versión del protocolo Internet Protocol (IP) y diseñada para reemplazar a Internet Protocol version 4 (IPv4), que actualmente está implementado en la gran mayoría de dispositivos que acceden a Internet y cuyo límite en el número de direcciones de red admisibles está empezando a restringir el crecimiento de Internet y su uso, especialmente en China, la India, y otros países asiáticos densamente poblados. El nuevo estándar mejorará el servicio globalmente; por ejemplo, proporcionará a futuras celdas telefónicas y dispositivos móviles sus direcciones propias y permanentes.

L

Ley de Moore

Expresa que aproximadamente cada dieciocho meses se duplica el número de transistores en un circuito integrado. Se trata de una ley empírica, formulada por el cofundador de Intel, Gordon E. Moore el 19 de abril de 1965, cuyo cumplimiento se ha podido constatar hasta hoy.

M

Machine to machine (M2M)

Se refiere a las tecnologías que permiten que tanto los sistemas inalámbricos como por cable puedan comunicarse con otros dispositivos de la misma capacidad. M2M utiliza un dispositivo (como un sensor o medidor) para capturar un evento (como la temperatura, nivel de inventario, etc.), que se retransmite a través de una red hacia una aplicación (*software*), que traduce el evento capturado en información significativa.

'Memristor'

Palabra compuesta por la palabra memoria y resistencia en inglés. Junto al condensador, la resistencia y el inductor, es el cuarto elemento de los circuitos pasivos.

Miniaturización

Proceso tecnológico mediante el cual se intenta reducir el tamaño de los dispositivos electrónicos. Actualmente la

nanotecnología es el ejemplo más claro de miniaturización.

O

'Open source'

El término *código abierto* describe las prácticas en la producción y el desarrollo que promueven el acceso al material de origen del producto final. Se empezó a usar de manera extensiva con la llegada de Internet y responde a una metodología pragmática de desarrollo de *software* que habilita el acceso al código fuente de los programas distribuidos.

P

'Peer to peer'

La interacción o relación entre distintos agentes con el fin de intercambiar información y formar una gran red social capaz de ofrecer servicios a gran escala. Esto es posible gracias a una tecnología que permite intercambiar archivos de máquina a máquina, con poca interacción de un servidor, a través de Internet y sin necesidad de que los participantes se conozcan.

R

RFID

Siglas de Radio Frequency IDentification, en español, «identificación por radiofrecuencia». Es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos en remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o *tags* RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio.

S

Sensor

Dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

'Smart grid'

Término inglés que puede traducirse por red de distribución de energía eléctrica «inteligente» ya que utiliza las Tecnologías de la Información (TI) para optimizar la producción y la distribución de electricidad con el fin de equilibrar mejor la oferta y la demanda entre productores y consumidores.

'Smart metering'

«Medición inteligente» es el proceso de medida por el cual se cuantifica y transmite instantáneamente la

información de las cantidades de energía consumidas o producidas para su gestión en la red eléctrica.

'Software as a Service' –SaaS– ('software' como servicio)

Método que proporciona acceso a *software* y sus funciones como un servicio basado en la Web, pagando en base al consumo. SaaS permite a las organizaciones acceder a funcionalidades de negocio a un menor coste, sin los requisitos de inversión en grandes desarrollos tecnológicos. Dado que el *software* está alojado en remoto, los usuarios no tienen que invertir en *hardware* adicional para la nueva aplicación. SaaS elimina las necesidades de instalación, puesta en marcha, conservación y mantenimiento.

T

Test de Turing

Prueba propuesta por Alan Turing para demostrar la existencia de inteligencia en una máquina. Fue expuesto en 1950 en un artículo («Computing machinery and intelligence») para la revista *Mind*, y sigue siendo uno de los mejores métodos para los defensores de la inteligencia artificial. Se fundamenta en la hipótesis positivista de que, si una máquina se comporta en todos los aspectos como inteligente, entonces debe ser inteligente.

U

Ubicuidad

Cualidad o capacidad de estar en varios sitios diferentes al mismo tiempo.

V

Virtualización

Método de dividir un servidor físico en múltiples servidores ficticios o «virtuales», dando a cada uno el aspecto y la capacidad de estar funcionando en su propia máquina dedicada. Cada servidor virtual funciona como un servidor de pleno derecho y puede ser reiniciado de forma independiente. Este método permite equilibrar los recursos físicos entre los servidores virtuales en función de la demanda de cada uno.

W

Wifi 'hotspots'

Es una zona de cobertura wifi que se encuentran en lugares públicos, como aeropuertos, bibliotecas, centros de convenciones, cafeterías, hoteles, etc. Este servicio puede utilizarse de manera gratuita o pagando una suma que depende del proveedor.

Miembros del Future Trends Forum

Ponentes

D. Paul Horn

Científico distinguido en Residencia y vicerrector de Investigación senior, NYU y exvicepresidente senior, IBM.
País: Estados Unidos.

D. Neil Gershenfeld

Director del MIT Center for Bits and Atoms.
País: Estados Unidos.

D. Juan José Gonzalez

Director Estrategia Internacional, Indra.
País: España.

D. Joseph C. Kvedar

Fundador y Director del Centro de Salud Conectada.
País: Estados Unidos.

D. Thomas Lee

Profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Stanford University y fundador del Laboratorio de SMIRC.
País: Estados Unidos.

D. Paolo Gaudiano

Presidente y director de Tecnología, Icosystem.
País: Estados Unidos.

D. Jens Schulte-Bockum

Consejero delegado, Vodafone Holanda.
País: Holanda.

D. Paul Lalancette

Director de ventas internacionales M2M, Accenture.
País: Estados Unidos.

D. Andrew Gilbert

Presidente Qualcomm Europa.
País: Reino Unido.

Dña. Robin Chase

Fundador y consejero delegado, Goloco (Zipcar).
País: Estados Unidos.

D. Francisco Romero

Director Desarrollo de Negocio, Telvent.
País: España.

D. Marc Bense

Director general, Gentag Europa.
País: Estados Unidos.

Dña. Emily Green

Presidente y consejero delegado, Yankee Group.
País: Estados Unidos.

D. Peter Hirshberg

Consejero delegado, The Reimagine Group, expresidente, Technorati.
País: Estados Unidos

D. Adrian Wooldridge

Editor jefe de Finanzas y Negocios, *The Economist*.
País: Reino Unido

D. Robert Hamilton

Director de producto, Google Mobile.
País: Reino Unido.

Asistentes

D. Fernando Alfaro

Patrono, Fundación de la Innovación Bankinter.
País: España.

D.ª M.ª José Alonso

Profesora de Farmacia y Tecnología Farmacéutica, Universidad de Santiago de Compostela.
País: España.

D. Arturo Azcorra

Director General del CDTI.
País: España.

D. Carlos Bhola

Socio, Celsius Capital y Co-fundador, Kikin.
País: Estados Unidos.

D. Ángel Cabrera

Presidente, Thunderbird School of Global Management.
País: Estados Unidos.

D. Leo Anthony Celi

Cofundador, Sana Mobile.
País: Estados Unidos.

D. Gordon Feller

Director de Internet de Cisco Business Solutions Group.
País: Estados Unidos.

D. Alejandro Fernandez

Fundador, Fractalía.
País: España.

D. Javier Fondillas

Fundador y consejero delegado, Pocket Widget.
País: España.

D. Paolo Gaudiano

Presidente y director de Tecnología, Icosystem.
País: Estados Unidos.

D. Richard P. Kivel

Presidente, MIT Enterprise Forum, consejero delegado, Rhapsody Biologics.
País: Estados Unidos.

D. Philip Lader

Presidente no ejecutivo, Grupo WPP.
País: Estados Unidos.

D. Jong Lok Yoon

Vicepresidente ejecutivo, Korea Telecom.
País: Korea.

D. Emilio Méndez

Director del Centro de Nanomateriales Funcionales.
País: Estados Unidos.

Dña. M.ª Antonia Otero

Presidente Innotarget.
País: España.

Dña. Rita Rodríguez Arrojo

Directora Gestión de Personas y Soporte, Bankinter.
País: España.

D. Michael Schrage

Investigador, MIT Center for Digital Business.
País: Estados Unidos.

D. Adam Trachtenberg

Director de la red de desarrollo, LinkedIn.
País: Estados Unidos.

D. Stephen Trachtenberg

Presidente emérito, George Washington University.
País: Estados Unidos.

D. Wilfried Vanhonacker

Decano, Escuela de negocios Skolkovo de Moscú.
País: Rusia.

Fundación

D. Juan Rosas

Director general.
País: España.

D.ª Andreea Niculcea

Ejecutivo.
País: Rumania.

D.ª María Teresa Jiménez

Ejecutivo.
País: España.

D.ª Irene Ibarra

Ejecutivo.
País: España.

D.ª Julie Slama (hasta la fecha de realización de este estudio)

Ejecutivo.
País: Bélgica.

Bankinter

D.ª Marce Cancho

Controller de la Fundación de la Innovación Bankinter.
País: España.

Colaboradores principales de la publicación

D.ª Eva López Suárez

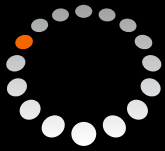
Accenture España.

D.ª Cynthia Gregsamer

Accenture España.

D. Javier Corsini Ramírez

Accenture España.



Fundación
de la Innovación
Bankinter

www.fundacionbankinter.org

Colaborador Principal

**>
accenture**
Alto rendimiento. Hecho realidad.