

LA RED DE TODO

Internet de las Cosas y el Futuro
de la Economía Conectada



ANDREI VAZHNOV

La Red de Todo

**Internet de las Cosas y el Futuro de la
Economía Conectada**

Andrei Vazhnov

Copyright (c) 2015 by Andrei Vazhnov
Some Rights Reserved

@andreidigital

Índice

Capítulo 1: Cuando Internet Desaparezca.....	5
Capítulo 2: El Comienzo de la Red.....	12
Capítulo 3: Las Lecciones del Humilde Termostato.....	20
Capítulo 4: La Internet Industrial.....	27
Capítulo 5: La Medicina Conectada.....	32
Capítulo 6: La Economía Conectada.....	40
Capítulo 7: La Revolución Será Lenta.....	51
Capítulo 8: El Planeta Eficiente.....	57
Bibliografía.....	69
Acerca del Autor.....	70

capítulo 1

Cuando Internet Desaparezca

"Las tecnologías más importantes son las que desaparecen".

Mark Weiser, 1991

"Diría simplemente que Internet va a desaparecer".

Eric Schmidt, 2015

El índice de Promedio Industrial Dow Jones, también conocido como el Dow Jones o simplemente el Dow, es uno de los índices de bolsa más antiguos en el mundo. Durante más de un siglo, ha estado midiendo el rendimiento de las acciones de las 30 empresas más grandes de EEUU y, gracias a su larga historia, es, tal vez, el índice de mercado más famoso. En la actualidad, en

el Dow Jones permanece solamente una empresa que también estaba en 1896, cuando el índice se publicó por primera vez. Es la única empresa que logró mantenerse entre las líderes mundiales durante más de 100 años, adaptándose a todas las dramáticas revoluciones tecnológicas que nos trajo el siglo XX mientras que la mayoría de sus competidores no sólo no están más en el Dow Jones sino que dejaron de existir hace décadas.

Esta empresa es General Electric. Originalmente fue fundada por Thomas Edison en 1892 como una empresa de lámparas eléctricas y hoy vuelve a encontrarse en medio de una transformación histórica. GE está apostando su futuro a una tendencia tecnológica que la empresa llama la Internet Industrial, la idea de que con la miniaturización y la caída de precios de los componentes electrónicos, ahora podemos agregar comportamientos inteligentes y conexión a Internet a todas las máquinas industriales, desde turbinas eólicas hasta camiones y trenes.

Este mismo fenómeno también es el motor subyacente tras los términos como ciudades inteligentes, internet de las cosas, los wearables, la red de todo y muchas otras tendencias digitales que están cambiando nuestra vida. En el fondo, todas estas corrientes de cambio comparten el mismo origen: los precios de la computación y la conectividad están bajando tanto que ahora podemos agregar comportamientos inteligentes y conexiones inalámbricas a todas las cosas que nos rodean: a los autos, a los relojes, a los teléfonos, a los robots voladores que conocemos como drones. Y cuando agregamos sensores, una CPU y una conexión inalámbrica a un nuevo objeto, este objeto, de repente, existe no sólo en el mundo físico sino que también tiene un avatar en la red. Las cosas que nos rodean, desde las máquinas industriales hasta los autos y relojes, ya no son simplemente productos sino que se convierten en un nuevo punto de conexión entre el mundo físico y el mundo digital. Todo se vuelve hardware y la increíble flexibilidad del software ya no se aplica sólo para las computadoras sino para todas las cosas que hay a nuestro alrededor.

Es un cambio en la naturaleza de los productos cuya magnitud es difícil de comprender por completo y las empresas de tecnología están compitiendo entre sí con pronósticos que, a veces, parecen exagerados. Ericsson promete 50 mil millones de dispositivos conectados a la red en el año 2020, más de 7 por cada persona del mundo; General Electric predice que Internet Industrial añadirá 15 trillones de dólares al PBI mundial en los próximos 20 años, un importe similar al actual PBI total de

EEUU; John Chambers, el CEO de Cisco Systems dijo recientemente que la Red del Todo es una oportunidad de más de 19 trillones de dólares para las empresas de tecnología.

Si bien estas empresas tienen incentivos propios para su optimismo y las predicciones de tendencias nunca son ciertas, es fácil ver las razones para su entusiasmo. Estamos viendo una gran convergencia entre el mundo informático y el mundo industrial, una fusión de las dos grandes revoluciones donde casi cada máquina, cada auto, cada reloj y cada electrodoméstico puede beneficiarse de las habilidades inteligentes para darnos productos más conectados, máquinas más confiables y una manera mucho más eficiente de usar los recursos de nuestro planeta. La próxima década ofrecerá oportunidades increíbles a los empresarios y emprendedores a medida que los enormes sectores de la logística, el transporte, la agricultura y manufactura empiecen a transformar su base industrial, agregando comportamientos inteligentes y conectados a todos sus sistemas y procesos productivos. Como veremos más adelante, esta convergencia también potencia el desarrollo de la economía compartida y puede llegar a cambiar incluso nuestro concepto de propiedad y lo que valoramos en términos de estatus social.

Muchos críticos dicen que estas predicciones no son realistas y, en parte, no son más que "humo" vendido por las empresas. Además, los desafíos técnicos asociados con Internet de las Cosas son enormes. Sin embargo, la popularidad de servicios como Uber y Tinder y el potencial de los dispositivos conectados como el reloj de Apple para revolucionar los ámbitos de salud y el cuidado de las personas mayores, nos dan un presagio de los profundos impactos sobre la economía, la cultura y nuestra relación con la tecnología que pueden resultar de la disponibilidad de sensores conectados e indican que el momento bisagra está llegando.

¿Por qué, por ejemplo, Uber y Tinder aparecieron en la segunda década del nuevo siglo y no en 2005 o 1995? El mundo estaba lleno de gente que buscaba taxis o pareja en aquel entonces al igual que hoy; así que si no existían, seguramente no es por falta de demanda. En ambos casos, la pregunta tiene la misma respuesta: la dramática caída de los precios de los chips de la geo localización y la disponibilidad casi universal de la conexión inalámbrica a Internet que no llegó hasta hace unos años.

Uber y otras aplicaciones parecidas funcionan gracias al chip de GPS, un componente que se comunica con un conjunto de satélites en órbita alrededor del planeta. Estos satélites usan

el método de triangulación para ubicar el chip que pueda indicar la ubicación del pasajero, auto o pareja potencial. Los chips GPS costaban varios miles de dólares en los años 80s, bajaron de precio hasta 500 USD en 1997, mientras que hoy cuestan tan solo 2-3 USD. Ahora cada auto y cada teléfono puede tener un GPS sin que aumente mucho su precio, algo que hace tan solo 10-15 años no era posible.

Lo mismo pasa con todo tipo de componentes electrónicos. Un chip de 2.000 transistores que costaba 1000 USD en 1970, en 1990 bajó a 1 USD y hoy en día cuesta menos de 2 centavos. En un solo fin de semana largo en 2014, Apple vendió más poder computacional en sus teléfonos que el equivalente al poder computacional del mundo entero en 1995.

¿Qué puede ser más aburrido que hablar de los precios históricos de CPUs y chips de GPS? ¿A quién le importa? La verdad es que nos importa a todos. Cuando una CPU, un chip de GPS, una cámara de fotos, un módem de conexión inalámbrica cuesten menos que un café, la manera en la que percibimos la red y nuestras computadoras va a cambiar. Empezarán a desaparecer.

En una conferencia reciente, al presidente de Google Eric Schmidt le preguntaron sobre el futuro de Internet. Schmidt contestó:

"Diría, simplemente, que Internet va a desaparecer. Va a haber tantas direcciones IP, tantos dispositivos, cosas que tienes puestas encima, cosas con las cuales estás interactuando que ya ni siquiera vas a sentirla. La red, simplemente, será parte de tu presencia todo el tiempo. Imagínate que entras a una habitación... y estás interactuando con todas las cosas que están ahí."

Schmidt se refiere a un futuro quizás no tan lejano, cuando todas las cosas de su casa desde el termostato hasta las luces y las cortinas estén conectadas a la red, permitiéndole controlarlos desde su teléfono móvil o simplemente con la voz o con gestos. Los analistas tecnológicos están divididos sobre con qué velocidad toda esta tecnología va a llegar a nuestros hogares, pero nuestra relación con Internet ya está cambiando de la manera que dice Schmidt. Cuando aprieta un botón en la app de Uber para llamar a un taxi, ya no está pensando, "Voy a usar la web en mi computadora o smartphone para pedir un taxi." Cuando aprieta ese botón, las palabras "Internet" y "web" ya no pasan por su mente. Es un ejemplo temprano donde Internet ya ha desaparecido. Quedó un botón mágico que le pide un taxi a donde esté.

La Computación Ubicua

Este concepto de Internet y computadoras invisibles no es reciente. En el año 1988, Mark Weiser, de laboratorios PARC, originó el término "computación ubicua" (ubiquitous computing). Weiser imaginaba computadoras y sensores integrados invisiblemente en todo nuestro alrededor ayudándonos en nuestra vida cotidiana. Las lámparas que automáticamente se ajustan a la luz ambiental para dar la iluminación necesaria, los despertadores que preparan café recién hecho antes de despertarlo, las ventanas que sutilmente le dicen el pronóstico que se puede ver desde un rincón de su mirada, los pines que lo identifican a la habitación y ajustan la temperatura y el volumen de la música a su gusto. Y no sólo imaginaba, muchos de estos inventos que todavía nos resultan futuristas en 2015 tenían prototipos experimentales en su laboratorio a finales de los años 80s. Acerca de la visión de la tecnología que estaba tratando de construir, dijo lo siguiente en su artículo "La Computadora del Siglo 21":

"Las tecnologías más importantes son las que desaparecen. Son las que se entrelazan con el tejido de nuestra vida cotidiana hasta que ya no son distinguibles de ella."

¿Cómo podemos lograr todo esto? Muy simple. Poner centenares de pequeñas computadoras y sensores conectados a la red en absolutamente todo: interruptores, ventanas, heladeras, televisores, termostatos, zapatos, ropa. En la época de Weiser esto parecía una locura y, aún hoy, parece algo extravagante. Sin embargo, las transformaciones parecidas ya han sucedido en nuestras vidas. Tenemos varias tecnologías invisibles, un buen ejemplo es la electricidad.

Cuando los primeros motores eléctricos se empezaron a usar en el siglo XIX, reemplazaron los motores a vapor que impulsaban las maquinas industriales en las fábricas. Un motor eléctrico enorme estaba conectado a un sistema de cintas y engranajes que distribuían la fuerza a donde fuera necesario y daban movimiento a docenas de máquinas distintas.

Hoy en día, los motores eléctricos se volvieron tan baratos, son tan pequeños y eficientes que ninguno de nosotros ni siquiera puede contar cuántos tiene en su vida. Hay uno en la aspiradora, otro en el secador de pelo, los motorcitos que mueven las batidoras y licuadoras y los que giran el plato que ponemos en microondas... Además, cualquier auto promedio tiene más de 20 motores – el que arranca el auto, él que limpia el parabrisas, él que sube y baja las ventanillas, varios motores

en el acondicionador de aire y muchos más. Los motores eléctricos se entrelazaron tanto en nuestras vidas que ya hace años desaparecieron por completo. Nadie piensa, "Voy a activar un motor para subir la ventanilla o para secarme el pelo", simplemente sube la ventanilla o se seca el pelo. Weiser decía que es inevitable que termine pasando lo mismo las computadoras, que algún día las computadoras iban a desaparecer de nuestras vidas dejándonos con un mundo donde todas las cosas a nuestro alrededor sean inteligentes y conectadas.

¿Qué es Internet de las Cosas?

Pasó un cuarto de siglo desde que Weiser publicó su visión y aquel algún día está llegando hoy. En 2015, los productos estrella del show más importante de electrodomésticos, el Consumer Electronics Show en Las Vegas, fueron productos inteligentes conectados a la red. Había una maceta inteligente que sabe exactamente lo que necesitan sus plantas con sensores para medir la humedad y la temperatura del suelo y que es controlable desde el teléfono móvil. Había una batería para las alarmas de incendio que siente cuando se está agotando y manda un mensaje para avisarlo. Un productor Japonés presentó un anillo que permite controlar las cosas inteligentes de su casa a través de gestos con la mano. Casi cada electrodoméstico del show, desde los clásicos, como los televisores, hasta los futuristas, como el anillo, contenían pequeñas computadoras conectadas a la red.

Si bien la visión de las cosas inteligentes está avanzando rápido, el nombre de Computación Ubicua que usaba Mark Weiser quedó en el milenio anterior. En 1999, Kevin Ashton, que en aquel entonces trabajaba en Procter & Gamble como gerente de marketing usó el término Internet of Things (Internet de las Cosas) para explicar aquel concepto todavía novedoso y complejo a los ejecutivos de la empresa. Su idea era poner un microchip capaz de comunicarse por radio en todos los lápices labiales que vendía P&G. De esta manera, explicaba Ashton, cada lápiz podría decir exactamente dónde está inalámbricamente y así Procter & Gamble podría controlar los movimientos de su inventario de una manera mucho más fácil y precisa. El término resultó mucho más pegajoso ya que inmediatamente daba imagen mental de las cosas conectándose a Internet sin la intervención humana y es el nombre más usado hoy en día. Sin embargo, antes de despedirnos para siempre del término Computación Ubicua, este concepto tiene un par de lecciones importantes para mostrarnos de qué trata Internet de las Cosas.

Como explica el profesor de estrategia de Harvard Michael

Porter, el término Internet de las Cosas a veces nos da un modelo mental equivocado:

"La diferencia fundamental que brindan los productos conectados e inteligentes no es internet sino el cambio en la naturaleza de las "cosas". Son las nuevas habilidades de los objetos y los datos que ellos generan que son los factores principales de la nueva era."

De hecho, la mayoría de las "cosas" inteligentes de Internet de las Cosas nunca se conectan directamente a Internet sino que se conectan mediante protocolos locales como Bluetooth, NFC y RFID a su teléfono móvil, a un router de una casa inteligente (smart home), al sistema de pago, o a un sistema de control industrial que lee los datos de los sensores integrados en una turbina. Muchas veces estas conexiones y datos se quedan dentro de las redes internas de las empresas u hogares.

Además, centrándonos demasiado en la parte de "Internet" de la definición, podemos perder de vista las tecnologías transformadoras como drones cuadricópteros o autos autónomos. Es algo que no encaja en el concepto del IoT si lo pensamos de la manera literal que sugieren sus siglas, pero es una manifestación de las mismas fuerzas de sensores, procesamiento y conectividad barata. Por ejemplo, los primeros cuadricópteros se crearon en los años 1920 pero resultaron imposiblemente difíciles de manejar para un piloto humano. La razón por la que esta tecnología está creciendo ahora es porque hoy podemos controlar sus cuatro motores de una manera automática y precisa, usando procesadores y sensores baratos en cada dron para darle estabilidad de vuelo. Y, por supuesto, los drones se vuelven mucho más útiles cuando, con la conectividad barata, los podemos controlar de forma remota desde nuestros smartphones usando protocolos estándares como el Bluetooth.

En este sentido, es muy útil tener presente que, cuando hablamos de Internet de las Cosas, muchas veces en realidad estamos hablando de Computación Ubicua, de poder agregar las habilidades que antes sólo tenían las computadoras a todas las cosas que nos rodean. Y no sólo en casa, sino también en las plantas industriales, en los edificios, en las calles y en agricultura. En el Internet de las Cosas, las "cosas" no son siempre cosas y se conectan a redes que no son siempre Internet. Mejor pensar el nombre IoT como metáfora de que nuestros objetos se vuelven inteligentes, aprenden a sentir el mundo alrededor de ellos y adquieren la capacidad de comunicarse entre sí, con otros sistemas en Internet y con nosotros.

capítulo 2

El Comienzo de La Red

"El mundo ha llegado a la edad de dispositivos baratos y complejos de gran confiabilidad; algo importante saldrá de esto".

Vannevar Bush, *Cómo podríamos pensar*, 1945

Hoy en día pocos se acordarán del nombre de Douglas Engelbart, aunque prácticamente todos usamos uno de sus diferentes inventos a diario. En diciembre 1968, Dr. Engelbart dio lo que después fue bautizado por los historiadores como "La Madre de Todas las Demostraciones": una presentación dramática en vivo donde, por primera vez, vieron la luz inventos como el hipertexto, las video conferencias con las computadoras en red,

los procesadores de texto, la interfaz gráfica con Windows y mouse, el editor colaborativo de código, el control de versiones y mucho más. En esta misma presentación, la computadora de Engelbart *Augment NLS* (oN-Line System) se anunció como el primer nodo de la ARPANet, la red que, con el tiempo, se convirtió en lo que hoy en día conocemos como Internet. La audiencia quedó hechizada y, sin duda, no hay muchos hitos comparables en la historia de la tecnología donde se pueda decir, sin exageración, que aquel día la gente vio el futuro remoto, el futuro que estamos viviendo hoy en día. Por décadas después, La Madre de Todas Las Demostraciones quedó como un ejemplo y el norte que inspiró, primero, al famoso Xerox PARC Labs, fundado un año después en 1969, y, más adelante, a Steve Jobs y Bill Gates en la creación de lo que ahora llamamos la computadora personal.

Desde que era joven, Engelbart se inspiró por el extraordinario ensayo "Cómo podríamos pensar", escrito por el científico Vannevar Bush al final de la Segunda Guerra Mundial. En él, Bush planteó que la humanidad estaba entrando en el umbral de una nueva etapa donde tenemos que poner foco de nuestra ciencia no en aumentar el poder de nuestras máquinas y herramientas físicas sino en desarrollar las herramientas que aumentarían y extenderían el poder de nuestras mentes, herramientas que nos permitirían manejar la complejidad del nuevo mundo tecnológico creado por la ciencia. En el centro de ensayo estaba el concepto de Memex (combinación de memoria y index), un dispositivo hipotético que permitiría a las personas a interactuar entre sí y acceder a una gran red electrónica que contendría todo el conocimiento de la humanidad en forma fácilmente accesible. Según el Dr. Bush, esta red nos daría memoria y capacidad de colaborar prácticamente infinita, algo que nos permitiría obtener una utilidad práctica del apabullante océano de conocimiento generado por los avances científicos. Desde que tenía 23 años, Engelbart decidió dedicar su vida a llevar esta visión a realidad y, después de varios años de carrera académica, fundó el Centro para el Aumento del Intelecto Humano en la Universidad de Stanford.

Sin embargo, después de más de una década de esfuerzo e investigación, no hubo mucho avance. Las computadoras basadas en la tecnología de aquella época simplemente no eran suficientemente rápidas o confiables para crear el mítico Memex. Después de llegar a un callejón sin salida con su propia investigación, Engelbart decidió tratar de inspirar a otros científicos de la comunidad para buscar el camino. Y él tenía una corazonada de donde iba venir la solución.

Gordon Moore y el Secreto del Saltamontes

El saltamontes puede saltar una distancia 20 veces más larga que su cuerpo; la pulga puede saltar 200 veces su tamaño. Si el humano fuera como saltamontes, podría fácilmente saltar edificios de 5 pisos; si un elefante saltara como una pulga, podría atravesar el ancho de un río en un solo salto. Sin embargo, ni el humano, ni el elefante, ni ningún otro mamífero puede realizar un salto parecido a los insectos. ¿Por qué?

La razón de esto es uno de los principios más sutiles de la naturaleza: las cosas imposibles en una escala de tamaño se vuelven posibles en otra porque cambian las relaciones entre las partes. Por ejemplo, los músculos de los insectos son centenares de veces más fuertes en términos relativos a su cuerpo comparado con un mamífero. Es por esta sutileza que existe una teoría compleja de similitud de escalas, la cual permite a los ingenieros y arquitectos calcular correctamente el comportamiento de una maqueta de un barco o un edificio cuando se hace en la escala real. Engelbart era un experto en el tema porque, entre sus varios proyectos, había trabajado con maquetas usadas en el desarrollo de aviones y, frente a obstáculos que parecían insuperables percibió que la clave era reducir la escala.

En 1959, Engelbart presentó su paper Microelectrónica y el Arte de Similitud ante un grupo de científicos en Philadelphia. "¿Qué pasaría si todo en este auditorio fuera 10 veces más grande? ¿Se darían cuenta?", preguntó en el comienzo de su conferencia. "Ese tipo ahí, por ejemplo, sería 10 veces más alto pero también estaría 10 veces más lejos. Así que lo que verían con sus ojos sería lo mismo..." Engelbart esperó un rato pero nadie tenía respuesta. Así que siguió y explicó, "Bueno su peso ahora sería 1000 veces mayor porque es proporcional al volumen, pero sus músculos serían sólo 100 veces más fuertes porque la fuerza depende del área transversal de los músculos y los huesos. Así que, si todo fuera 10 veces más grande, sentiría como si en vez de 80 kilos, de repente pesara 800 kilos. Por la misma razón, la silla no aguantaría y se rompería bajo su nuevo peso".

Usando ejemplos como éste, Engelbart desarrolló la idea de que el mismo principio aplica en la construcción de microelectrónica, pero al revés: tenemos que convertir a nuestras computadoras elefantes en saltamontes, porque con la reducción de escala dramática, las propiedades básicas de la tecnología cambiarán y abrirán la puerta para la creación de componentes mucho más pequeños con una capacidad computacional nunca imaginada antes: la capacidad que buscaba Engelbart para realizar su sueño de Memex.

Originalmente, los organizadores temían que el tema era demasiado técnico incluso para los especialistas y hasta pidieron a Engelbart cambiar el nombre de la charla por otro más sencillo. Sin embargo, la presentación fue un gran éxito. Una de las personas que quedó impresionado era Gordon Moore, el futuro cofundador de Intel, hoy en día la empresa de microprocesadores más grande del mundo. Moore se acordaba de otro ejemplo de Engelbart: "Si todo fuera 10 veces más grande, las arañas se caerían del techo." Era su destino definir el camino que Engelbart no pudo encontrar.

Cinco años después, en 1965, Moore escribió su artículo "Encajar más componentes en los circuitos electrónicos." Ahí nació la famosa Ley De Moore, el principio que acaba de cumplir 50 años y ha transformado casi todos los aspectos de nuestra vida. Sin embargo, para entender su verdadero significado, tenemos que empezar un poco antes, con el concepto de transistor y del circuito integrado.

La Ley de Moore

¿Qué es un circuito integrado y por qué importa para entender IoT? Si alguna vez miró dentro de un viejo aparato electrónico, como un televisor o un tocadiscos, probablemente viera que el corazón del sistema es un circuito en una placa que conecta varios pequeños componentes electrónicos, como transistores, capacitores y resistencias, soldados a la superficie de la placa. La funcionalidad del circuito se determina por los componentes y sus interconexiones. Los mismos componentes básicos conectados de una manera pueden ser un radio, conectados de otra manera pueden ser un audiorítmico o una computadora. Son como bloques de lego que construyen distintas funcionalidades.

Desde el invento del transistor en 1947 y el boom de la tecnología electrónica derivado de ese avance, los ingenieros desarrollaban circuitos cada vez más sofisticados, con más componentes e interconexiones más complejas. Esta complejidad creciente llegó al punto de ser inmanejable, sobre todo en la creación de los circuitos para las, por entonces novedosas, computadoras digitales. Con centenares de transistores y conexiones, cada uno de los cuales podría fallar o estar mal soldado, los circuitos se volvían caros y poco confiables. En el fondo, esto es lo que impedía el avance del laboratorio de Engelbart.

La solución fue el circuito integrado desarrollado por el socio de Gordon Moore, Robert Noyce, que en aquel momento estaba trabajando con Moore en Fairchild Semiconductor, la empresa que

manejaban antes de fundar Intel. En el circuito integrado, los transistores y otros componentes se crean directamente en un bloque sólido del material semiconductor mediante un proceso químico. Casi inmediatamente, la nueva tecnología abrió la posibilidad de crear circuitos mucho más robustos: en vez de ubicar y conectar millares de componentes individuales, se podía hacer una matriz que después se usaba de una manera parecida a una impresión que produce copias a partir de la misma copia maestra. Pero este no fue el aspecto más interesante del nuevo método.

Dado el papel clave de Fairchild en este crítico avance, la revista *Electronics* contactó a Gordon Moore en 1965 y le pidió su opinión sobre el futuro de la industria de los semiconductores. En su respuesta, Moore destacó que entre los años 1959 y 1964 el número de componentes que se encajaba en el mismo chip creció de 1 a alrededor de 30 y que en 1965 los ingenieros de Intel ya estaban trabajando en crear chips con hasta 60 componentes. A partir de esta experiencia, Moore vio que el número de los componentes por chip se venía duplicando aproximadamente cada año: había 1 transistor en 1959, 2 en 1960, 4 en 1961, 8 en 1962 y así sucesivamente. El científico estimó que esta tendencia de duplicar el número de componentes cada año puede continuar por lo menos una década más. Haciendo una simple extrapolación, él calculó que en 1970 debería haber chips con más de 1000 componentes y, increíblemente, en 1975 ese número iba a llegar hasta 65,000 componentes. ¡65,000 componentes en un solo chip! Moore vio que con los circuitos 1000 veces más potentes, las cosas impensables en 1965 se iban a volver posible y en las primeras líneas de su artículo hizo la atrevida predicción:

"Las ventajas de la integración brindarán una proliferación de electrónica, insertando esta ciencia en muchas áreas nuevas. Los circuitos integrados nos llevarán a las maravillas como computadoras domésticas, ... controles automáticos para los autos y dispositivos de comunicación personales."

La predicción parecía fantástica en 1965 y la revista acompañó el artículo de Moore con un dibujo chistoso de un grupo de personas estando de compras en una tienda donde, al lado de la ventanilla de cosméticos, un vendedor sonriente ofrecía computadoras personales que entraban en la mano. El cartel arriba decía "Felices Computadoras Domésticas".

Sin embargo, el poder del circuito integrado seguía duplicando cada año. Solo 3 años después del artículo, Douglas Engelbart usó una de las primeras computadoras en base a esta nueva tecnología para su famosa demostración; unos años más

tarde aparecieron Apple y Microsoft. La profecía de Moore resultó completamente acertada y la revolución digital empezó.

Internet de las Cosas en 1965

Si bien la magia del circuito integrado fue evidente desde el inicio en el trabajo de Engelbart, Jobs, Gates y otros pioneros de la revolución digital, lo más interesante de la predicción de Moore para nuestro tema es la frase *"insertando esta ciencia en muchas áreas nuevas... como controles automáticos para autos y dispositivos de comunicación personales."* Ahí ya vemos el presagio del auto autónomo y del smartphone. Este fue el momento en el que nos dimos cuenta que íbamos a utilizar la electrónica no sólo para nuestros televisores, radios y computadoras sino que iba formar parte de todo. En este sentido, es importante entender exactamente cuál es el significado de esta ley.

Hoy en día, la formulación más popular es la siguiente, "el poder de cálculo de las computadoras se duplica cada dos años". Pero, si bien es el aspecto más conocido, el principio se aplica de forma mucho más amplia. En realidad, no se trata de microprocesadores o computadores específicamente, lo que duplica cada periodo es la densidad de los transistores u otros componentes y podemos aplicar esta densidad aumentada a desarrollar circuitos para cualquier tipo de dispositivo. Por ejemplo, desde que apareció la fotografía digital, cada año nos trae cámaras y smartphones con más megapíxeles por el mismo o menor precio. Esto es una consecuencia directa de la Ley de Moore, ya que el sensor de la cámara con más megapíxeles se hace con la misma lógica: encajando millones de componentes en un pedazo de silicio. Lo mismo pasa con los pen drives, que tienen cada vez más gigabytes y con sensores y modems inalámbricos que agregan más funcionalidades, tienen mejores características y, a la vez, cuestan cada vez menos.

En general, el precio y el tamaño del transistor son claves porque todas las dimensiones que valoramos en nuestra tecnología mejoran en función de estos avances. La reducción del tamaño del transistor tiene cuatro consecuencias prácticas para los dispositivos digitales:

- Se vuelven más pequeños
- Se vuelven más baratos
- Usan menos energía
- Se vuelven más potentes

Y todas estas características, en promedio, avanzan con la Ley de Moore.

Más abundante que arroz

El cumplimiento casi preciso fue una sorpresa incluso para Gordon Moore. Como él mismo explicó en 2005, cuarenta años después de su famoso artículo,

"... Así que yo tomé esos pocos primeros puntos hasta 60 componentes en un chip en 1965 y, ciegamente, los extrapolé por unos 10 años y dije, ok, en 1975 tendremos unos 60 mil componentes en un chip. Ahora, lo que estaba tratando de transmitir es que esa iba a ser la manera hacer electrónica más barata... Yo no tenía ni idea que iba a resultar una predicción correcta pero, asombrosamente, llegamos a duplicar 9 veces en 10 años siguiendo la curva bastante bien. Y un amigo mio, el Dr. Carver Mead, la bautizó como la Ley de Moore."

Las implicaciones de este avance de los últimos 50 años son difíciles de comprender para la mente humana. Es uno de los pocos casos donde la palabra 'astronómico' no es una metáfora sino un adjetivo usado literalmente. En 2014, los fabricantes de semiconductores produjeron alrededor de 250 millones de billones de transistores, con lo cual cada segundo del año pasado se producían 25 veces más transistores que el número de estrellas en nuestra galaxia. O, para una comparación más terrestre, en 2014 se vendieron más de 100 transistores para cada grano de arroz producido en el mismo año. En términos de precio y tamaño, el avance ha sido igual de dramático: mientras que los primeros transistores comerciales tenían tamaño de una moneda y costaban entre 10 y 50 dólares, los de 2015 salen 0.000000001 de un dólar (1 nanodólar) y son más de 1000 más pequeños que el espesor del cabello humano.

Existen muchas analogías para explicar la naturaleza poco intuitiva del crecimiento exponencial de algo que se duplica y se vuelve a duplicar. Una de las más conocidas es la del doblamiento de una hoja de papel. Si usted dobla una hoja de papel 7 veces, llegará a un espesor de un cuaderno; si la dobla 23 veces, al espesor de un kilómetro; con 36 veces llega al tamaño de la tierra y con solo 103 veces llegará al tamaño del todo el universo que podemos ver.

La Ley de Moore vuelve a doblar esta hoja cada 24 meses y, en el fondo, es por eso que la tecnología de computación empezó a salir de las cajas que llamamos computadoras y desparramarse por todos lados. Dado que los transistores ahora son mucho más baratos que arroz, los agregamos a todo y, cada mes, millones de

nuevos dispositivos inteligentes se conectan a la gran red de personas, computadoras, bases de datos y cosas inteligentes. Con los productos en base a IoT, la World Wide Web de antaño pronto quedará como una pequeña maqueta en la comparación con el Internet que se viene.

¿Cómo será la economía y la vida cotidiana cuando miles de millones de cámaras, micrófonos, GPS, acelerómetros, giróscopos y otros sensores conectados hayan cubierto la superficie de nuestro planeta? ¿Qué podrán hacer los emprendedores y los empresarios con el océano de datos que fluya desde estos puntos de medición hacia las gigantes bases de datos en la nube?

Podemos decir con certeza que este mundo nos sorprenderá con un sinfín de cambios rápidos e imprevistos porque aquí también se aplica el principio de Douglas Engelbart: cuando cambiamos de escala, cosas antes impensables se vuelven posibles. La Internet está a punto de volverse 100 veces más grande; en este libro veremos algunas de las posibilidades que abrirán a partir de este salto.

capítulo 3

Lecciones del Humilde Termostato

En enero de 2014, Google compró una empresa llamada Nest Labs, fabricante del termostato inteligente que aprende de los hábitos del usuario para ahorrar energía. Al principio, los analistas se sorprendieron por el alto precio (de 3 mil millones de dólares) que era mucho mayor que el valor de cualquier otro fabricante de termostatos. Además, Google recibió fuertes críticas porque la entrada en el mercado de la calefacción de hogares parecía no tener nada que ver con su foco principal en las búsquedas y publicidad online. Sin embargo, pronto se hizo evidente que la adquisición de Nest en realidad era la primera jugada de Google en el mercado de IoT y los dispositivos inteligentes más allá del teléfono.

Nest Labs fue creada por Tony Fadell, conocido en el mundo de la tecnología por ser el ejecutivo de Apple que creó el iPod y una de las personas principales en la creación del iPhone. En

2007, Fadell empezaba a construir su nueva casa futurista y, cuando estaba tratando de comprar un termostato para controlar el sistema de calefacción y ventilación en su nuevo hogar, se dio cuenta que no había buenas opciones en el mercado. Todos los termostatos programables eran caros y tenían interfaces complejas y confusas. Fadell se planteó el desafío de desarrollar un termostato que fuera más parecido al iPod que a los feos y básicos termostatos tradicionales.

El termostato inteligente de Nest es un buen modelo para entender la estructura de productos IoT en general y aprender algunos principios importantes que aplican en la creación de productos conectados más allá de la casa. Pero primero, aclaremos algunos puntos de la terminología. ¿De qué hablamos exactamente cuando hablamos de los dispositivos inteligentes?

La palabra 'inteligente' tiene muchos significados. Por un lado, existe el sentido clásico de una persona lista, la que tiene mayor capacidad de resolver problemas, una aptitud para las matemáticas o una mente ocurrente. Por otro lado, hoy en día escuchamos mucho del rápido avance de la inteligencia artificial y que, quizás algún día, podamos construir una máquina igual o más inteligente que la mente humana.

Es importante destacar que cuando hablamos de los termostatos inteligentes, máquinas inteligentes o ciudades inteligentes en el contexto de IoT, el significado es muy distinto de estos dos. Sobre todo no tiene nada que ver con la inteligencia artificial de las películas de ciencia ficción. Estamos hablando simplemente de dispositivos capaces de ejecutar programas que puedan analizar los datos de sensores y realizar acciones en función de esto según ciertas reglas establecidas por los programadores.

En el caso de Nest, el termostato, además de tener varios sensores de temperatura, también tiene sensores de humedad, de proximidad, de movimiento y de luz ambiente. Estos sensores le permiten hacer una gran variedad de cosas útiles. Por ejemplo, el sensor de movimiento puede detectar cuando los usuarios se van de la casa o a dormir para activar la modalidad de ahorro de energía y, automáticamente, bajar la temperatura de forma adecuada en la habitación que quedó vacía durante un determinado tiempo. El sensor de proximidad puede sentir que el humano se está acercando y encender la pantalla para la interacción. Cuando el usuario se aleja, la pantalla disminuye su brillo.

La parte inteligente del termostato le permite aprender de los patrones del usuario. Cuando instale el termostato por primera vez, al principio tendrá que ajustar temperatura de forma manual. Pero después de una docena de ajustes, Nest

aprende que usted suele subir la temperatura hasta 22 grados cuando está en casa despierto y que prefiere 20 grados cuando va a dormir. Asimismo, si usted prefiere una temperatura un poco más alta el fin de semana o un poco más baja por las mañanas, Nest también lo aprenderá. Después de alrededor de una semana, encontrará que Nest cambia la temperatura automáticamente porque ya aprendió y se acuerda de sus preferencias. A diferencia de los termostatos "avanzados" que existían antes, no hay absolutamente nada que programar. El usuario simplemente sube y baja la temperatura como y cuando quiera y el dispositivo aprende solo. En esto, Nest sigue un principio clave de diseño de la tecnología inteligente: *las computadoras no deben preguntar al humano algo que puedan averiguar por sí mismas.*

La estructura del dispositivo inteligente

En términos más generales cada dispositivo inteligente tiene tres aspectos que lo hacen "inteligente": Sensores, Procesamiento y Conexión. Igual de importante es la nube asociada con el producto, ya que algunas aplicaciones funcionan directamente en el dispositivo, mientras que otras funcionan en la nube.

La nube es, simplemente, una manera de referirse al software (como base de datos) que se ejecuta en los servidores remotos. Hoy en día, todos usamos la nube a diario. Las aplicaciones como Gmail, Dropbox o WhatsApp son ejemplos de las aplicaciones alojadas en la nube: con estas aplicaciones su computadora o teléfono móvil sirven solo como interfaz del programa que en realidad se ejecuta en los servidores de Google, Dropbox o WhatsApp.

Las aplicaciones alojadas en la nube tienen numerosas ventajas. Una de las principales es el almacenamiento remoto de sus datos. Por ejemplo, si usted pierde su teléfono, no perderá sus mensajes de correo electrónico o sus archivos en Dropbox. Pero en la época de IoT, la nube cobra una importancia mucho mayor aún. Los dispositivos conectados, por lo general, son mucho más pequeños y económicos y no cuentan con una pantalla táctil de alta resolución o un disco duro como su computadora. Algunos dispositivos, como las lámparas de luz inteligentes, no tienen pantalla de ningún tipo. En estos casos, la nube provee un servicio de almacenamiento de datos y acceso a una interfaz para configurar y administrar el dispositivo.

Además, los productos conectados muchas veces tienen una limitación clave porque funcionan con una batería y la CPU es un componente que tiene un gasto energético muy elevado. Tener una

CPU relativamente poco potente permite que la batería dure más, un factor crítico en muchas aplicaciones IoT.

La solución para estas limitaciones es que los algoritmos para las funciones simples y las que necesitan respuesta instantánea y local funcionen directamente en un dispositivo; mientras que los algoritmos más complejos, sobre todo los que involucran almacenamiento y análisis de datos se ejecuten en la nube. Por ejemplo, como ya vimos, si una persona se acerca a un termostato Nest, el brillo de la pantalla aumenta automáticamente. Esta simple función es un programa que se ejecuta directamente en el termostato. Por otro lado, si el usuario quiere ver los gráficos detallados de su consumo energético, no lo puede hacer directamente con el dispositivo en la pared. En vez de esto, al igual que con Gmail o WhatsApp, el usuario puede usar su teléfono o computadora para acceder a su cuenta de Nest en la nube y ver los datos guardados ahí cómodamente. El usuario también puede utilizar el acceso para controlar la temperatura en su casa desde el teléfono de forma remota.

Pero la función más importante de la nube es que habilita nuevas funcionalidades que existen fuera del aparato físico. La aplicación de Nest en la nube conecta a los servicios de pronóstico del tiempo para cruzar esta información con los hábitos del usuario y poder así manejar la calefacción y el acondicionador de aire de forma más eficiente según las variaciones del clima local. Los técnicos de Nest estudian continuamente cómo mejorar sus algoritmos y pueden actualizar el software sin que el usuario tenga que hacer nada y ni siquiera tenga por qué saberlo.

La API

Hoy en día parece que la temperatura de nuestro hogar no tiene nada que ver con nuestro auto o la pulsera que mide nuestro rendimiento deportivo con nuestra cuenta de Netflix. Pero con los dispositivos conectados, cualquier tipo de interacción potencialmente beneficiosa puede estar coordinada automáticamente. Por ejemplo, Mercedes Benz creó una aplicación que calcula en cuánto tiempo va a llegar a casa en función de la ubicación y velocidad de su auto y, automáticamente, avisa a Nest para que salga del modo ahorro y empiece a acondicionar la casa preparándola para su llegada. Del mismo modo, la pulsera inteligente FitBit puede detectar si se quedó dormido en el sofá y detener el programa o película que estuviera viendo cuando dejó de prestar atención.

Todo esto es posible gracias al concepto conocido como API,

tal vez el concepto más importante para entender la economía conectada y el verdadero impacto del IoT. La API es el acrónimo de Application Programming Interface (Interfaz de la Programación de la Aplicación). Es el mecanismo que permite a un dispositivo hablar con otro dispositivo o, mejor dicho, le permite a una aplicación embebida en el dispositivo controlar otra aplicación. Es algo que ya todos tenemos en nuestra vida al nivel del software que usamos. Por ejemplo, cuando usted compra un pasaje aéreo en Despegar o Expedia o cuando reserva un alojamiento en AirBnB, estos programas pueden automáticamente actualizar su calendario de Google con la fecha de su nuevo viaje. Lo mismo pasa cuando utiliza una app deportiva en tu teléfono móvil que automáticamente *tuitea* o publica en Facebook que ha corrido 5 kilómetros. Todo esto es posible porque el calendario de Google, Facebook y Twitter tienen APIs, las interfaces que permiten a otros programas como, Expedia y AirBnB, modificar su calendario o tu Facebook automáticamente sin involucrarlo.

El significado original de la palabra interfaz viene de la química y se refiere al punto de contacto entre dos sustancias o sistemas distintos: inter-face, el espacio donde dos cosas distintas se encuentran cara a cara. Hoy en día, la interfaz que más usamos es la interfaz gráfica – el punto de contacto entre el humano y la computadora. De la misma manera, las API de IoT son un punto de contacto entre un dispositivo y otro o entre el dispositivo y una aplicación en la nube. Por ejemplo, la API de Nest permite a otro programa o dispositivo averiguar si la red eléctrica se encuentra en la hora pico de demanda. Usando esta interfaz estándar, cualquier fabricante de electrodomésticos puede consultar Nest para elegir la hora más apropiada para ejecutar una tarea. Es lo que hizo el fabricante de lavarropas Whirlpool, cuando usó la API de Nest para elegir el horario más económico para lavar su ropa.

La API es un concepto absolutamente central en la economía del futuro, pero está casi completamente ausente en la economía tradicional por lo que la gente suele pensar que es algo puramente técnico. Qué analogía podemos utilizar para conectar los dos mundos? La razón por la que es difícil encontrar algún antecedente de API en los productos tradicionales es porque no están activos, no tienen comportamiento propio. Por ejemplo, una silla o un paraguas tienen el mismo comportamiento independientemente de cómo se interactúa con él. A diferencia de esto, el software que se ejecuta dentro de los productos inteligentes es algo activo, capaz de tomar sus propias decisiones y variar su comportamiento en función del contexto y las circunstancias. Una buena analogía para esto es su coche. El coche tiene volante, pedales y panel de control que constituye

la interfaz entre los sistemas internos de auto (como el motor y la transmisión) y el usuario humano. El coche es algo activo: puede acelerarse o frenar, ir a la izquierda o a la derecha, activar o desactivar limpiaparabrisas. Todo depende del patrón de los comandos del usuario y la interfaz te presenta el menú de las posibles interacciones. A medida que todos los productos que nos rodean se vuelvan inteligentes y activos, el concepto de API se volverá parte del idioma cotidiano, al igual que hoy en día todo el mundo habla de las gigas adicionales que necesita conseguir para su teléfono o notebook aunque hace 30 años un gigabyte era un término puramente técnico.

Otra analogía útil son los servicios ofrecidos por una empresa u organización. Si vas al sitio web de McKinsey, encontrará un listado donde figuran sus servicios, desde consultoría estratégica hasta capacitaciones para buenas prácticas de distintas industrias. Si visita el sitio de una empresa de catering, verá qué tipo de eventos pueden abastecer; y si consulta a un fabricante de software a medida, le dirán qué tipo de apps o programas pueden desarrollar. Metafóricamente hablando, estas descripciones son las APIs de la organización: la interfaz entre las capacidades internas y lo que el cliente puede pedir desde afuera.

De hecho, no es solamente una metáfora: cada vez más organizaciones empiezan a ofrecer sus capacidades como una API programable. Amazon tiene la API de su servicio de logística y entrega de productos físicos al cliente; Google facilita la API de su servicio de traducción y de su inteligencia artificial TensorFlow, IBM ofrece la API de Watson, el programa que famosamente venció al campeón mundial humano en el juego de preguntas Jeopardy. Usando las APIs de distintas empresas podemos empezar a construir propuestas de valor de forma totalmente distinta, automáticamente integrando sensores, análisis de datos e iniciando procesos en el mundo físico.

Si todo en su vida se puede conectar potencialmente, ¿qué conexiones valen la pena? ¿Deberían sus zapatos poder hablar con el termostato? ¿Su auto con su lavadora? Las posibilidades son ilimitadas y existen muchos dispositivos conectados de dudosa utilidad, como una tostadora que *tuítea* a todo el mundo cuando las tostadas están listas. Sin embargo, todos los días surgen conexiones sorprendentemente útiles donde nadie las hubiera imaginado.

Cómo vamos a encontrar todas estas valiosas interconexiones en este océano de posibilidades? Aquí tal vez vemos el rol del sistema de las APIs más importante: es el motor de innovación para el mundo interconectado. Ya vimos esta dinámica en la primera ola de productos inteligentes: cuando nuestros teléfonos

se volvieron *smart phones*. Hoy en día existen alrededor de 1.5 millones de apps en las tiendas de Apple y Android para cubrir todo tipo y variedad de necesidades: algunas que salvan vidas, como la app que permite a un amigo acompañarte virtualmente cuando estás volviendo a casa solo en una zona peligrosa, otros que nos ayudan a seguir una dieta o un plan de ejercicios y, por supuesto, un sinfín de apps que simplemente nos entretienen. La consultora Forrester estima que el costo promedio de desarrollar una sola app móvil oscila entre 25.000 y 150.000 USD con lo cual las apps de la tienda de Apple hoy representan innovaciones que costaron entre 35 mil millones y 225 mil millones USD. Esto es el valor práctico que la API abierta tiene para Apple.

El creador de Nest, Tony Fadell, tiene muy clara la importancia de la innovación realizada por los desarrolladores externos al utilizar las APIs de Nest. Dice, *"Queremos trabajar con los desarrolladores que brindan grandes ideas a la mesa. El iPhone es algo grande pero solo tenía 5 apps cuando se lanzó. Hoy tiene un millón de apps. La oportunidad en casa va a ser parecida."*

¿Entonces por qué Google compró Nest? Algunos chistosos dicen es para que pueda mostrar anuncios para extintores de fuego cuando se detecta un incendio. Otros un poco más pesimistas opinan que es para que Google pueda ir agrandando su historial con los datos de lo que está haciendo en su casa. Hay un grano de verdad en esto. Google tiene enorme habilidad de encontrar valor en los datos y, seguramente con el tiempo, van a surgir más usos valiosos, como en el ejemplo de ahorro de energía que veremos más adelante. Pero la razón principal es más prosaica y, a la vez, más profunda. Cuando imaginen el futuro con un millón de apps para su casa inteligente, la situación se aclara: Google está usando la empresa de Tony Fadell, que representa el talento y el diseño de Apple, para entrar en un mercado de productos que, a largo plazo, cambiarán la manera en que vivimos.

capítulo 4

Internet Industrial

En el verano de 2014, falló una junta de sellado en una plataforma petrolera en las aguas frente a las costas de Escocia, causando daños por al menos USD 7,500,000 por la inactividad de la plataforma durante la reparación.

En realidad, la junta casi falló y hubiera fallado seguro si no hubiera sido por una alerta del servicio de IoT de General Electric que estaba monitoreando el equipamiento de la plataforma usando centenares de sensores instalados en toda la maquinaria. El centro de monitoreo de GE detectó desviaciones imprevistas en la presión dentro de uno de los componentes e, inmediatamente, avisó a su cliente, la empresa petrolera, de que había una anomalía que merecía atención cuanto antes. Cuando el cliente reemplazó la parte defectuosa, se confirmó que la falla era inminente.

Mantenimiento anticipativo

Esto es el comienzo de una época nueva en la que en vez de contar los accidentes que sucedieron y las pérdidas causadas, podremos contar los accidentes que se evitaron gracias al poder de la anticipación que nos da la IoT Industrial. Hoy en día, los servicios de IoT de GE tienen activos industriales por un valor total de 1 millón de millones de dólares bajo su monitoreo, usando casi 10 millones de sensores que envían alrededor de 50 millones de datos distintos cada día. Es un océano de información que los algoritmos de GE analizan continuamente para detectar las anomalías que pueden predecir fallas en motores, turbinas, juntas de sellado y muchos otros componentes críticos de funcionamiento del mundo industrial.

El mundo industrial es realmente enorme. Se estima que tan solo contando las cosas que giran en las máquinas industriales, hay alrededor de 3 millones de componentes rotatorios claves: ruedas de locomotoras, hélices de helicópteros y aviones, ventiladores de plantas y edificios, turbinas de generadores eléctricos y muchos más. Una falla en cualquiera de estos componentes es un accidente con consecuencias y pérdidas enormes. Con la IoT industrial estamos empezando de transformar el mantenimiento de las infraestructuras que sostienen nuestras vidas de la modalidad retrospectiva a la modalidad anticipativa.

En este nuevo contexto, la máquina podría llamar automáticamente a su fabricante para pedir un repuesto. Asimismo, el sistema de monitorización avisaría a un técnico adecuado para hacer el arreglo y el técnico vendría no sólo con el repuesto necesario, sino también habiendo leído un resumen de lo que sucedió. Será un mundo donde los repuestos se instalan antes de que se rompan, los técnicos saben exactamente qué hacer antes de llegar y la inactividad causada por las fallas y esperas imprevistas va a ser casi un recuerdo.

Cada producto es un canal de distribución

La digitalización de los productos físicos, a su vez, cambia muchos aspectos de la estructura tradicional de la empresa de manufactura. El producto físico se vuelve un canal de distribución de nuevos servicios y, al mismo tiempo, se convierte en una ventana que muestra el patrón de uso de cada cliente. Por ejemplo, Tesla Motors, el fabricante del auto eléctrico, periódicamente "envía" nuevas funciones al auto mediante de una actualización de software. En la actualización versión 6.2, Tesla agregó características claves, como el frenado de emergencia, que automáticamente empieza a detener el

auto cuando los sensores detectan una colisión frontal inminente. De esta manera, el auto previene o logra minimizar un impacto en el caso de que el conductor se hubiera dormido o hubiera dejado de prestar atención.

El 14 de octubre 2015 los usuarios de Tesla, al despertar, se dieron cuenta que Elon Musk les había enviado un auto casi autónomo con la más reciente actualización 7.0. Con esta última versión, el auto ya puede manejarse sólo en las autopistas, cambiando de carril, doblando y manteniendo distancia con otros coches sin participación del conductor. También puede estacionarse automáticamente. La ley todavía no permite autos sin conductor en la gran mayoría de los lugares, así que, por ahora, el programa de Tesla exige que el conductor mantenga contacto con el volante de forma continua. El coche empieza a desacelerar si el conductor deja de conducir durante más de 10 segundos. Según Musk, *"Aconsejamos a los conductores que mantengan las manos sobre el volante. El software es muy nuevo... pero en el largo plazo no será necesario tener las manos sobre el volante."*

Bájate un auto nuevo

Estamos acostumbrados a que, para conseguir una nueva característica en nuestro auto, tenemos que comprar uno nuevo o por, como mínimo, llevar el que tenemos al taller. El ejemplo anterior demuestra de una manera muy clara que, en el caso de Tesla, el auto físico ya dejó de ser un producto entero, sino que ahora es un hardware conectado y cada vez más partes del producto se vuelven puro software. Esto tiene varias consecuencias claves. Primero, las nuevas funciones del auto se vuelven parecidas a las apps que descargamos de las tiendas de iTunes o Android. Al igual que usted instala una nueva versión de Android o descargas una actualización de Angry Birds, Tesla le puede enviar la nueva versión del auto autónomo directamente por Internet.

En segundo lugar, el producto empieza a avanzar al ritmo de desarrollo del software el cual es órdenes de magnitud más rápido. Por ejemplo, si alguno de los Teslas tiene un problema, los sensores del auto podrán informar de las condiciones y el patrón de uso que llevó a la falla. Los ingenieros de Tesla podrán analizar estos datos para entender exactamente qué pasó y, una vez que hayan determinado la causa, podrán mandar la actualización que corrija la falla en todos los miles de autos al día siguiente. El ciclo entero de detección de un defecto y su corrección en toda la flota de Teslas en el mundo puede llevar solo un par de días y sin que los usuarios tengan que hacer nada. A diferencia de esto, con un coche tradicional, para

solucionar cualquier defecto cada cliente tendría que llevar el suyo al mecánico de forma individual. En el mejor de los casos, se tardarían meses o años en actualizar todos los autos afectados y, aun así, siempre quedarán usuarios que lo dejarían pasar por alto. Debido a la digitalización de grandes partes del auto, no solo el ciclo de desarrollo de Tesla es mucho más rápido, sino que los usuarios tienen un vehículo mucho más seguro y que continuamente "aprende" de las experiencias colectivas de todos los Teslas en las calles.

De productos a servicios

El mundo del software puede servir como una máquina del tiempo para entender lo que va a empezar a ocurrir en las industrias de fabricación más tradicionales. Desde hace varios años las empresas de software han estado cambiando la modalidad de vender software como un producto para vender software como un servicio. Si usted compra un software como Salesforce, Google Apps o Dropbox, no le cobran un precio fijo, sino que paga en función del uso que le da al servicio. Dependiendo de la aplicación le pueden cobrar por gigabyte de almacenamiento, por cantidad de usuarios o por las funciones específicas que utilice. Además de ventajas evidentes para los clientes, tiene ventajas para el vendedor. Por ejemplo, puede saber exactamente qué funcionalidades se usan más y utilizar este conocimiento para guiar el futuro desarrollo del producto. Adicionalmente, el manejo de las actualizaciones se vuelve rápido y eficiente.

Esta migración de productos a servicios no es específica de software, sino la característica general del mundo digital. Lo mismo está pasando con los medios de entretenimiento. Al igual que el software solía venderse en cajas de CDs, las películas y la música empezaron como un producto físico ya sea en casete, CD o DVD y, hoy en día, a través de servicios como Spotify, Pandora o Netflix se venden mediante suscripciones continuas.

Tal vez el impacto más importante de esta transición es que la relación entre los vendedores y los clientes se vuelve mucho más simbiótica. Dado que el cliente paga solamente por lo que usa y que puede dejar de utilizar ciertas funcionalidades o cancelar su suscripción en cualquier momento, el vendedor está mucho más motivado para conseguir que el producto siga siendo valioso. La venta de un producto inteligente nunca es definitiva, sino que es el comienzo de una relación a largo plazo entre la empresa y el nuevo cliente. Esto es muy distinto de la modalidad tradicional, donde el momento de compra es algo singular y la empresa expone mucho más recursos para convencer al cliente a comprar comparado con la relación posterior.

Este cambio tiene consecuencias enormes para las empresas de fabricación. Según la lógica del mundo digital, las máquinas de a poco van a dejar de ser productos y se volverán servicios. En vez de comprar un motor, el cliente va a comprar un servicio de ventilación, generación o propulsión. Y el fabricante va a tener los datos en tiempo real de los miles o millones de sus creaciones girando, generando energía o moviendo cosas alrededor del mundo. Con estos datos, las empresas podrán no sólo mantener sus máquinas sin accidentes y pérdidas debido a la inactividad, sino también podrán usar los datos para diseñar la próxima versión de la maquina con el beneficio de saber toda la historia exacta de cómo le fue a la versión anterior. Es el sueño de todo ingeniero.

La Internet Industrial no sólo cambiará como creamos, mantenemos y vendemos los productos de infraestructura sino también la naturaleza de las industrias. La necesidad de agregar comportamiento inteligente y conectado a todas las máquinas y procesos productivos va a generar nuevas dinámicas competitivas y va a exigir que las empresas industriales desarrollen conocimiento en ámbitos como el software y big data que tradicionalmente no fueron sus puntos fuertes. GE estima que en el año 2025, las tecnologías de Internet Industrial se utilizarán en la producción de, aproximadamente, la mitad del PBI mundial. Estamos apenas en el comienzo de esta histórica transformación.

capítulo 5

La Medicina Conectada

El inventor y profesor de la Universidad de Toronto, Steve Mann, ha llevado una computadora puesta en su cabeza continuamente durante más de 34 años. Se conoce como el primer cyborg de la historia, ya que las versiones más recientes de su dispositivo están físicamente conectadas a su cráneo. Esta computadora (junto a las cámaras y otros componentes conectados a la misma) mejora su visión, le permite navegar Internet y muchas otras cosas que van cambiando con cada nuevo experimento. Reconocido como el padre de las tecnologías *wearable*, Mann ganó notoriedad porque durante una visita a un McDonald's en París en el verano de 2012, algunos empleados del restaurante trataron de sacarle su dispositivo a pesar de que les había mostrado una carta de su médico explicando que era parte de su cuerpo. La prensa bautizó este acontecimiento como la primera discriminación contra un cyborg.

En 1994, Mann originó el termino *life-logging* (algo así como "registro de actividades vitales") cuando estuvo varios años transmitiendo en vivo por Internet las imágenes que él veía con sus ojos mediante su ciberprótesis. Cualquier persona en el mundo podía compartir su vida en tiempo real desde una página web y el proyecto arrancó una moda de video *life-logging* que duró varios años durante las primeras etapas del desarrollo de Internet.

Si bien el *life-logging* alcanzó cierta popularidad con los entusiastas de la tecnología, la primera ola realmente masiva de llevar computadoras, sensores y cámaras puestos encima empezó con el movimiento denominado *quantified self* (QS). El término fue originado en 2007 por los editores de la revista Wired para describir a una subcultura emergente de personas que quieren mejorar su salud o entenderse mejor a sí mismas utilizando metodologías de seguimiento automático (*self-tracking*, el auto-seguimiento).

Una parte clave de *quantified self* es el uso de dispositivos electrónicos para recopilar cualquier tipo de datos sobre sus hábitos o su cuerpo, desde la cantidad de pasos que recorre por día hasta indicadores más complejos, como presión sanguínea, patrones de latidos, contenido de azúcar en la sangre y muchos otros. Los aficionados al QS inventan y utilizan las herramientas de software para analizar los datos y así obtener ideas para aumentar su rendimiento deportivo, mejorar la calidad del sueño, diagnosticar enfermedades o disminuir el estrés.

En los años 80, cuando Steve Mann empezaba a experimentar con las tecnologías *wearable*, su dispositivo tenía el tamaño de un casco enorme y costaba más de 10.000 USD. En 1997, otro inventor, Thad Starner, diseñó una computadora *wearable* para aficionados que valía 3.000 USD. Con estos precios y tamaños, no existía la posibilidad de un mercado masivo y tuvimos que esperar más de una década para que los avances tecnológicos pudieran darnos las versiones prácticas de estos inventos. Finalmente llegó la hora. En los últimos tres años, el mercado empezó a desarrollarse a gran velocidad y muchas empresas establecidas, como Nike, o emergentes como FitBit o Jawbone, crearon pulseras, broches y otros dispositivos que son realmente divertidos y útiles. En 2014 se vendieron alrededor de 70 millones de unidades de productos de monitoreo electrónico relacionados con el *fitness* y el *quantified self*.

A pesar de este rápido crecimiento, los dispositivos *wearable* todavía siguen siendo un producto de nicho para los entusiastas tecnológicos y los aficionados al *quantified self* pero, a largo plazo, tiene la capacidad de transformar muchos ámbitos, sobre

todo en medicina.

Las posibilidades de los dispositivos conectados

Varias empresas ya están desarrollando soluciones a partir del reloj inteligente de Apple para el cuidado de personas mayores. El reloj tiene acelerómetro, que puede detectar cualquier tipo de movimiento y los niveles de actividad física, el GPS, que da la ubicación y el monitor de frecuencia cardíaca. Con un CPU potente (de 1 GHz) dentro del reloj y una conexión a Internet, imagínese las miles de apps para el cuidado de la salud que van a existir dentro de poco tiempo. Por ejemplo, el reloj puede detectar una caída y comprobar si la persona pudo levantarse sola. Si dentro de un período determinado tras una caída no se detecta movimiento, el reloj puede avisar automáticamente a los parientes o médicos encargados de cuidar a dicha persona mayor que potencialmente tuvo un accidente e indicar su ubicación exacta para que la ayuda pueda llegar rápido.

Con la llegada de los relojes inteligentes, la tecnología wearable se volverá realmente masiva. El precio inicial del reloj de Apple es de 350 dólares, que no es accesible para la mayoría de las personas en el mundo, pero los precios siempre caen rápido según la ley de Moore. Los analistas de la consultora Gartner predicen que, dentro de menos de dos años los precios de los relojes inteligentes serán inferiores a 30 USD a medida de que los productores chinos se adueñen de esta nueva tecnología y la masifiquen para sus mercados internos.

Ya existen algunos ejemplos tempranos de las posibilidades que se abren a partir de este tipo de productos. En septiembre de 2015, Paul Houle Jr, un alumno de 17 años del estado de Massachusetts en EEUU se sintió mal después de tener dos sesiones de entrenamiento de fútbol en el mismo día. Tenía algo de dolor de espalda pero no era extremo y Paul pensó que era simplemente la consecuencia de un entrenamiento demasiado duro y que se le iba a pasar. No prestó más atención al tema y se fue a dormir la siesta. Al despertar unas horas más tarde, Paul se sentía mejor, pero notó que su reloj de Apple indicaba que su frecuencia cardíaca era de 145 latidos por minuto. Esto le llamó atención, porque había comprado el reloj sólo unos días antes y una de las primeras cosas que había hecho era experimentar con el nuevo medidor de frecuencia cardíaca. Se acordaba que antes el dispositivo solo medía 70 latidos por minuto. Cuando mostró la pantalla con el número 145 a su entrenador, él creyó que el reloj estaba roto, pero cuando contaron los latidos manualmente resultó el mismo número. Entonces Houle fue trasladado inmediatamente a un hospital de emergencia. Resultó que tenía un

caso poco común de rhabdomiólisis, una condición en la cual un músculo lesionado emite una proteína a los vasos sanguíneos y ésta termina dañando los tejidos del corazón, riñones y otros órganos. La rhabdomiólisis puede causar daños permanentes e, incluso, la muerte en algunos casos. Según los médicos, si no hubiera sido por la atención inmediata, Paul podría haber muerto o sufrir daños irreversibles.

Un Ángel guardián en la muñeca

En este ejemplo, el reloj inteligente tuvo un papel dramático para salvar la vida. Sin embargo, la tecnología todavía es muy incipiente: Paul tuvo que prestar atención al reloj y acordarse de la medición anterior para darse cuenta de que algo estaba mal. En un futuro no tan lejano, los algoritmos podrán hacer esta determinación de forma automática y enviar una alerta al usuario, a sus parientes o a sus médicos, hasta llamar a la ambulancia.

Imagínese que corre 5 kilómetros cada domingo por la mañana. Su asistente virtual, que conoce su rutina de ejercicio, sabe que si su corazón se acelera hasta un cierto umbral entre las 10 horas y las 14 horas el domingo, está todo bien. Este umbral está determinado por el algoritmo tomando en cuenta su edad, su estado de salud cardíaca, su género y otras variables relevantes. Además, el asistente sabe que tan rápido está corriendo por el movimiento del acelerómetro dentro del reloj o la pulsera y, así, puede evaluar si la actividad cardíaca está dentro del rango normal para la intensidad del ejercicio que está haciendo.

Por otro lado, si su corazón se acelera de repente mientras que está cenando a las 20 horas de la noche del miércoles, el algoritmo inmediatamente se dará cuenta de que algo puede estar mal. Su asistente virtual puede llamarlo ahí mismo para chequear si está bien. Imagínense recibiendo esta llamada o alerta. Dependiendo de la situación, usted podría contestar, "No te preocupes, Siri, está todo bien, sólo me asustó un perro." Por otro lado, si usted no tiene ni idea de por qué su corazón se está acelerando, tal vez realmente pueda haber un problema. Además, es posible que usted se haya caído al suelo y no pueda contestar. En este caso, al recibir la confirmación de un problema o al no poder contactarlo, la Siri del futuro podrá avisar automáticamente a sus parientes o enviar a una ambulancia a donde esté usted.

Tratamiento de Enfermedades Crónicas

Sin duda, pronto podremos escuchar muchos nuevos ejemplos de las aplicaciones IoT salvando vidas en situaciones de emergencia, como caídas y paros cardíacos. Sin embargo, estas tecnologías tendrán un impacto aún mayor en la gestión de enfermedades crónicas. Una de los problemas más costosos en medicina es asegurar que el paciente siga correctamente el tratamiento indicado en enfermedades que requieren tratamiento continuo, como la diabetes y las cardiopatías. Es común que el paciente se olvide de tomar el tratamiento o ponerse las inyecciones en el momento indicado, o que tome la dosis equivocada. Asimismo, las personas afectadas suelen cambiar su estilo de vida de una manera incompatible con su condición (por ejemplo cambiando de dieta de forma drástica durante las fiestas o las vacaciones). Actualmente, el médico sólo puede evaluar el estado del paciente durante las visitas al hospital, lo cual es insuficiente para diagnosticar a tiempo este tipo de problemas. El costo de tratar a un paciente que termina llegando a la sala de emergencia por no seguir el tratamiento indicado es varias veces más alto que el tratamiento estándar para la enfermedad, especialmente si el paciente sufre complicaciones. La consultora McKinsey estima que las aplicaciones de IoT para el seguimiento de las enfermedades crónicas pueden generar alrededor de un millón de millones de dólares de valor en ahorro y mejora de calidad de vida para los pacientes.

El cuidado continuo con productos en base a IoT aporta a la solución de ambos aspectos de la problemática del tratamiento de enfermedades crónicas. Por un lado, la aplicación puede recordar al paciente (o a sus familiares) la toma del tratamiento a tiempo y en la dosis correcta. Por otro lado, los sensores que monitorean al paciente le dan al médico una evaluación continua de su estado fisiológico en tiempo real, además del historial completo. Combinando los datos de los sensores con los algoritmos que están programados para detectar patrones inesperados en el estado del paciente, el médico puede recibir una alerta inmediata e intervenir antes de que la situación empeore.

Hoy en día, el costo de estas soluciones es relativamente alto y sólo tiene sentido económico para los casos más agudos. Sin embargo, a medida de que la Ley de Moore y la escala de la adopción masiva bajen los precios, cada vez más pacientes empezarán a beneficiarse. Además, a partir de la disminución del tamaño de los dispositivos, las tecnologías de monitoreo aún más avanzadas ya se están volviendo prácticas. Por ejemplo, la empresa Protheus ha desarrollado una píldora inteligente que se traga y se aloja en el estómago, desde donde permite monitorear la ingesta de comprimidos para los distintos tratamientos médicos directamente desde el interior. Esta píldora funciona junto con un parche que el paciente lleva puesto en el brazo. El

parche monitorea los niveles de actividad y frecuencia cardiaca. Con todos estos datos disponibles desde una aplicación móvil y en la web, el paciente y su médico tienen todo el panorama completo para gestionar el tratamiento de forma correcta.

Del tratamiento a la prevención

Hay un cuento que se repite frecuentemente en relación con la medicina del futuro. Este cuento dice que, en la China antigua, al médico no se le pagaba por los tratamientos sino por mantenerte sano. Cada año se estaba sano, se le pagaba una cantidad de dinero. Por lo contrario, si se enfermaba, el médico no recibía nada. De esta forma, se supone que el médico tenía los incentivos correctos.

No he podido encontrar una fuente fiable para este relato, así que puede ser una de esas leyendas que cobran vida propia en Internet. Sin embargo, tiene un cierto encanto utópico de sabiduría antigua y es una buena metáfora para entender la transformación que ocurrirá en el ámbito de medicina a partir del cruce de dos tendencias potentes: Big Data y IoT. En capítulo 4 vimos que el mundo industrial está transformando sus modelos de negocio del paradigma romper/arreglar al mantenimiento anticipativo. De la misma manera, el sistema de salud va a iniciar la transición del enfoque en el tratamiento hacia el enfoque en la prevención.

Imagínese su primera visita típica al hospital. Una gran parte de tiempo se emplea en la toma de la frecuencia cardiaca, la presión sanguínea, la respiración, etc. Muchas visitas terminan siendo simplemente revisiones para ver si todo está bien. Todo este esfuerzo no tiene nada que ver con el tratamiento, es un desgaste de tiempo para el paciente y es una carga pesada para los sistemas de salud, que cada vez están más sobrecargados. A medida que el mundo envejece, el seguimiento y las revisiones de las personas de edad avanzada se vuelve un problema grave para los presupuestos nacionales, con falta de personal y gastos crecientes que dejan cada vez menos para el resto de los servicios sociales.

Con la difusión de los productos conectados, cada vez más personas querrán hacer esta primera visita o revisión directamente de su casa no solo para ahorrar, sino también por el mero hecho de que es más cómodo. En una encuesta realizada recientemente en Reino Unido, más del 90% de los encuestados dijeron que estarían dispuestos a tomarse sus signos vitales directamente en su casa. Además, con el avance de la tecnología, se podrán medir más variables de manera continua por pulseras, parches, relojes o broches que, en algún momento, todos

utilizaremos.

La disponibilidad de estos datos cambiará el ámbito de salud de forma dramática. Empezará una nueva época de telemedicina, donde las mediciones transmitidas por nuestros cuerpos estarán monitoreadas en tiempo real por los algoritmos que, día y noche, estarán buscando síntomas de algún problema incipiente. Por un lado, nunca tendrá que hacer una visita innecesaria al médico y, por otro lado, la gente dejará de morir porque el diagnóstico se hizo demasiado tarde.

Lo más importante que este análisis será completamente individual. Al tener bases de datos en forma digital, el diagnóstico ya no tendrá que comparar sus síntomas con algún promedio poblacional o una descripción en un manual o un libro de texto. Si usted es una mujer sana de 53 años, la comparará con otras mujeres sanas de 53 años. Si usted es un hombre de 25 años con diabetes, lo comparará con hombres de 25 años con diabetes. En realidad, esto es una simplificación, los algoritmos tendrán en cuenta todo, desde su nivel de actividad física y su colesterol hasta el historial clínico personal completo y los datos de secuenciación de su genoma.

Usando la combinación de medición continua y casera con el poder analítico de las computadoras, vamos a poder llevar la prevención a otro nivel. Por ejemplo, el médico tendrá un especie de máquina del tiempo a la hora de analizar las opciones: antes de prescribir cualquier tratamiento, va a poder preguntarle al sistema cómo le fue a todos los pacientes parecidos a usted a quienes en el pasado habían recetado lo mismo y si hubo algunos efectos secundarios o reacciones adversas. Por otra parte, el asistente virtual del paciente le puede indicar la dieta óptima en cada momento de su vida según su estado de salud actual o le puede avisar de que caminó demasiado poco en las últimas semanas y que esto empezó a disminuir la calidad de su sueño.

Expandir el Acceso a la Medicina de Calidad

Uno de los mayores desafíos de los países en desarrollo es aumentar la calidad de la atención médica en los pueblos y ciudades que se encuentran lejos de los centros más industrializados. En muchos lugares remotos o poco poblados, a veces no hay un médico por cientos de kilómetros alrededor. Poder desacoplar el proceso de diagnóstico del proceso del tratamiento sería un gran aporte a la solución de este problema. En cualquier lugar del planeta, una persona podría tomarse sus signos vitales y otras mediciones en casa y después acudir a cualquier médico del país o del mundo para hacer consultas. Esta

modalidad reemplazaría una gran cantidad de visitas que no requieran de presencia física. El médico podría evaluar las mediciones tomadas por el paciente, entrevistarlo remotamente por video conferencia y recetar el tratamiento que después llega por correo o de la farmacia más cercana directamente a casa. Es un proceso mucho más eficiente y sencillo. Podemos ver un pequeño presagio de estos cambios en la popularidad de los servicios de atención médica remota, como el de Doctor on Demand, los cuales están creciendo rápido y cuentan con alta satisfacción tanto de los pacientes como de los médicos. Estos servicios evitan la necesidad de filas, ayudan al paciente a encontrar al especialista adecuado mucho más rápido y permiten a los médicos vivir donde quieran y, a la vez, tener pacientes en cualquier lugar del mundo.

Si podemos detectar casi todos los problemas apenas comiencen o, incluso antes, y si los pacientes pueden contactarse directamente con un médico adecuado en cualquier lugar del mundo de una manera tan fácil como buscar una página en Google, los incentivos y estrategias de los grandes actores del ámbito médico van a empezar a cambiar. En los hospitales privados siempre existía una tensión entre los médicos que quieren asegurar el mejor resultado para el paciente y el hospital, que siendo una empresa necesita maximizar sus ingresos. Dado que hoy en día la maximización de los ingresos pasa por generar más tratamientos, los hospitales a veces tienen intereses opuestos a los de pacientes y sus médicos. Con la transparencia que los productos conectados y big data brindan al proceso, los pacientes conseguirán los medios para cambiar la estructura de mercado del enfoque en tratamientos al enfoque en la calidad de vida. Quizás algún día podremos soñar con pagar por la cantidad de los años que vivamos sanos al igual que nos inspira la historia del médico chino.

capítulo 6

La Economía Connectada

Imagínese que en 1975, u otra época antes de Internet, usted quisiera saber el nombre del perro de Isaac Newton. Su única opción era ir a una biblioteca grande y empezar a leer todas las biografías de Newton una por una, cruzando los dedos para que uno de sus biógrafos se hubiera interesado lo suficiente por los asuntos caninos como para mencionar al mejor amigo de Newton en su libro. Usted sabría que la información que necesitaba existía en algún lado, pero encontrarla sería casi imposible. O imagínese que estando en un bar escuchó el último minuto de una canción que le gustó mucho. Su única opción hubiera sido esperar a que alguna estación de radio o programa de la tele pusiera la canción de nuevo justo cuando usted estuviera escuchando. Y esto podría ser nunca o tardar mucho tiempo. Incluso si el CD con la canción estuviera disponible en la tienda de al lado, no tendría una manera fácil de saber cuál era o cómo buscarlo.

Hoy en día se tarda segundos en poner la búsqueda en Google y encontrar varias páginas dedicadas a Diamond, el perro de Newton o utilizar la app Shazam en su *smartphone* para identificar la canción y comprarla online. Lo mismo pasa con los libros en Kindle o los shows en Netflix. Es realmente un pequeño milagro que podamos encontrar en menos de cinco segundos un libro que queremos entre millones o que un buscador nos lleve instantáneamente a una página deseada entre más de cuatro mil millones de páginas que existen en la web en la actualidad. Buscar una aguja en el pajar es nada comparado con lo que le pedimos a Google todos los días.

Un Mundo Líquido

La búsqueda de una canción o de información en la web son ejemplos de cómo la primera ola de Internet creó un mercado líquido para los activos informáticos: si un producto digital que necesita está disponible en algún lado del mundo, puede encontrarlo, pagarlo y empezar a usarlo con tan solo unos *clícs*. La oferta encuentra la demanda no mediante una tienda física, sino a través de un algoritmo. La razón por la que Uber, Airbnb y otras apps parecidas resultaron tan disruptivas es que están empezando a traer esta misma liquidez a cualquier activo físico e, incluso, al mundo de trabajo. Esta liquidez, a su vez, puede cambiar una industria por completo.

BlackRock es el fondo de inversión más grande del mundo, con 4.59 millones de millones de dólares de activos financieros. Su CEO, Larry Fink, recién explicó el cambio así:

"Durante las generaciones pasadas, la gente joven alrededor del mundo se centraba en la adquisición de dos tipos de propiedades: una casa y un auto... Con la llegada de tecnologías como Uber y Airbnb, estas decisiones financieras pueden empezar a cambiar. ¿Para qué hacer esta inversión enorme, con todos los inconvenientes de mantenimiento, estacionamiento y la responsabilidad legal asociada con ser dueño de un auto si puedes tener uno disponible con tan solo apretar un botón del teléfono?"

Conforme más gente utilice los servicios compartidos de transporte, los vehículos personales se volverán menos importantes en términos financieros y como símbolos de estatus...

Piensen en la magnitud de este cambio. Uber se fundó hace tan sólo cinco años. Es posible que cinco años más adelante, las tecnologías de autos compartidos reemplacen la propiedad de automóviles en gran escala. Esto tiene profundas implicaciones para la economía global."

Consideren lo que realmente ocurre cuando aprietan un botón para llamar a un taxi por Uber. En realidad es una búsqueda ejecutada por un algoritmo excepto que, en vez de ser una frase, el término de búsqueda es la ubicación de GPS del pasajero y del vehículo. Los taxis y pasajeros están esparcidos en las calles de la ciudad al igual que la información que busca está perdida entre las millones de páginas en las bibliotecas y sitios web.

Además, de la misma manera que Google personaliza su búsqueda en función de su historial y otros factores para traerle la información más relevante, Uber tiene en cuenta mucha información contextual mientras que esté ejecutando su pedido para traerle un taxi de forma más directa y eficiente. Por ejemplo, Uber puede analizar su historial de viajes, si está lloviendo o cuáles son los patrones de tráfico en la ciudad en este momento. Si está pidiendo un viaje desde el aeropuerto en su ciudad, Uber sabe que el lugar más probable al que irá es a su casa, pero si está en otra parte, probablemente vaya a ir a un hotel. Al igual que Google utiliza el poder del algoritmo para conectar a los lectores con artículos y libros sin importar donde estén, Uber conecta a los taxistas con los pasajeros y en el proceso crea un mercado líquido para millones de vehículos ociosos, juntando el auto y el pasajero sin importar donde estén. En otras palabras: Uber creó una plataforma digital para una categoría de bienes físicos.

Las Plataformas Digitales

La palabra 'plataforma' es uno de estos términos que está tan trillado que ya no significa nada concreto. Con el éxito de las empresas como Facebook y Twitter, a veces parece que todos los emprendedores tecnológicos están construyendo una plataforma de algún tipo. Incluso entre los inversores del Silicon Valley existió durante un tiempo una moda chistosa de desafiar a los emprendedores a que hicieran su presentación sin usar esta palabra para evitar la nube de humo que se formó alrededor de ella. Sin embargo, el concepto de la plataforma digital es absolutamente clave para entender el impacto de IoT en la economía, así que primero aclaremos la definición.

Históricamente, la plataforma de computación significaba un entorno, ya sea de hardware o software, en el que se ejecutaba una aplicación. En este sentido Android, Windows, Linux o Nintendo 64 son plataformas, porque no son muy útiles por sí mismas, sino que proveen un entorno para que otros desarrolladores puedan crear aplicaciones para las distintas necesidades de los usuarios, como, por ejemplo, Excel para Windows, una app de Android que mide los pasos recorridos o un

videojuego para Nintendo.

El inversor Marc Andreessen define el término de la siguiente manera:

Definición I: "Una plataforma es un sistema que puede ser programado por desarrolladores externos, es decir, por sus usuarios, y de este modo puede ser adaptado a un sinfín de nichos y necesidades, muchas de las cuales los creadores originales de la plataforma no podrían ni siquiera haber imaginado y mucho menos haber tenido tiempo para crear internamente... El término clave de la definición es "puede ser programado". Si se puede programar, es una plataforma. Si no se puede, no lo es."

Esta definición cubre una parte importante del concepto. Sin embargo, con el tiempo la palabra plataforma adquirió un significado adicional:

Definición II: Una plataforma es un lugar de interacción e intercambio de valor entre los usuarios de una red.

Por ejemplo, Uber y Airbnb son plataformas más en este último sentido, porque su propósito principal es juntar dos clases de usuarios distintos pero interdependientes que puedan agregar valor a partir de su interacción: los taxistas pueden encontrar a los pasajeros, los propietarios pueden encontrar a los inquilinos y viceversa. Otra palabra popular para describir esto es *marketplace*.

La mayoría de las plataformas digitales combinan ambos de estos aspectos: Facebook es claramente una plataforma en el sentido II, pero también tiene APIs y un ecosistema grande de desarrolladores externos. iPhone es claramente una plataforma en el sentido I, pero también la App Store es un lugar de encuentro entre los desarrolladores y los compradores de apps.

Estamos acostumbrados a que las plataformas digitales están transformando una industria tras otra. Google cambió el negocio de la publicidad; Airbnb y Uber cambiaron los negocios de alquileres y taxis; Freelancer, Upwork y TaskRabbit están cambiando la forma de contratar trabajadores. Podemos también nombrar OpenTable y Restorando para la reserva de mesas o PedidosYa para la comida a domicilio. La lista es cada vez más larga.

¿Cuál es la magia de este fenómeno? Hay tres razones clave y todas se vuelven aún más relevantes con la llegada de los productos basados en IoT:

I. Superan los límites de espacio y tiempo.

Las plataformas digitales agrupan oferta y demanda difusa o no coordinada en el espacio y/o tiempo. Por ejemplo, hay millones de desarrolladores de apps y millones de los usuarios que, en principio, las quieren usar, pero sin la plataforma de Google Play o Apple Store, usted nunca hubiera encontrado las que fueron desarrolladas por alguien en Australia o viceversa. Estos desarrolladores y usuarios estarían esparcidos en distintos países y ciudades, ofreciendo sus servicios en distintos momentos. En un cierto sentido, las plataformas eliminan los límites de espacio y tiempo. Los centenares de millones de los usuarios de la Apple Store digitalmente siempre están en el mismo lugar 7 días a la semana, 24 horas al día, lo que crea un mercado con una escala incomparablemente más grande que cualquier tienda física pueda llegar a ser.

La conectividad puede dar liquidez a cualquier activo físico y con los productos basados en IoT podemos aplicar la lógica de las plataformas digitales a casi todo en nuestra vida. Las lavadoras compartidas pueden avisar a los vecinos de la disponibilidad o cuando el ciclo de lavado haya terminado. Los lugares de estacionamiento tanto de pago como libres se pueden mostrar automáticamente junto a sus precios a los conductores más cercanos que están buscando estacionarse. En general, muchas de las máquinas, herramientas y recursos en la economía tienen el porcentaje de tiempo ocioso muy alto, simplemente porque antes de IoT no había una manera eficiente de conectar los que buscan ciertos recursos con los recursos disponibles. Por ejemplo, los autos privados en promedio tienen ociosidad mayor al 90%; muchos bienes de capital usados en construcción tienen una ociosidad mayor al 40% por ciento. Con IoT vamos a poder darle mucho más uso a lo que ya tenemos y crear enorme nuevo valor en el proceso.

II. Generan Externalidades de Red.

Los economistas usan el término 'externalidad' para describir la situación en la que el uso de un bien o un recurso por un usuario afecta a los demás usuarios sin que haya una transacción monetaria directa entre ellos. Las externalidades pueden ser negativas o positivas. Por ejemplo, si un ciudadano tira basura por la ventana o una fábrica industrial ensucia el río, esto es una externalidad negativa ya que los demás usuarios sufren por el mal uso de los recursos compartidos.

En el caso de las plataformas digitales, las externalidades son positivas. Se llaman externalidades de red porque, por lo

general, cada usuario adicional aumenta el valor de la red para todos. Por ejemplo, si en el mundo hubiera sólo dos usuarios con teléfonos, esta red de telefonía no sería muy valiosa ya que habría un solo número al que cada uno puede llamar. A medida que los usuarios se van sumando, el valor de la red crece no de forma lineal sino mucho más rápido, porque esta red habilita muchas más conexiones potenciales. Por ejemplo, 5 usuarios tienen 10 posibles conexiones; 20 usuarios tienen 190; pero solo 50 usuarios ya tienen 1225 conexiones que pueden aprovechar.

En general, si una red tiene N usuarios, el número de potenciales conexiones entre ellos es $N(N-1)/2$. Esta fórmula se conoce como *la Ley de Metcalfe* y nos dice que el valor de una red crece, aproximadamente, como cuadrado del número de usuarios. Una red 100 veces más grande puede llegar a ser 10.000 más valiosa para sus usuarios. La consecuencia de esto es que se forma un círculo virtuoso muy potente: una red más grande atrae nuevos usuarios porque es mucho más valiosa y estos usuarios, a su vez, aumentan su valor aún más.

La contrapartida de esto es lo que los emprendedores llaman el problema de las ciudades fantasmas. Si usted pudiera crear una red social mucho mejor que Facebook, igual habría muy pocas posibilidades de que lo pudiera destronar. La metáfora es que usted puede construir una ciudad muy bella con restaurantes, shopping, parques y edificios de clase A, pero nadie va a querer ir a vivir a esa ciudad a menos que haya que gente que ya esté ahí. Es un problema de huevo y gallina para cualquier nueva plataforma digital: los compradores sólo quieren estar donde ya hay vendedores y los vendedores no quieren estar a menos que ya haya compradores. Una app de taxis no es atractiva para los pasajeros a menos que ya tenga muchos taxistas, y no es atractiva para los taxistas a menos que le brinde muchos potenciales pasajeros. Pero si se logra arrancar este círculo virtuoso como hicieron Airbnb, Uber, Google, MercadoLibre y otros desarrolladores de plataformas, es casi imposible que alguien le pueda ganar, aun si tuviera una tecnología superior.

Los efectos de las externalidades de red en las aplicaciones IoT a veces son más sutiles de percibir, pero son igual de potentes. Por ejemplo, si yo compro un auto tradicional, no hay externalidades de red, porque mi uso no suma valor para usted ni para otros usuarios. Por otro lado, como vimos en el capítulo 4, cada coche de Tesla sí agrega valor a la red, porque los productos inteligentes generan datos a partir de los sensores, y estos datos se pueden utilizar para mejorar la experiencia de todos. Efectivamente, lo que aprende un auto de Tesla es un aprendizaje disponible a todos los Teslas del mundo, lo que hace que aumente el valor para sus usuarios porque los autos son más seguros y proveen un flujo constante de mejoras.

III Ganan Ventaja Competitiva a través de Big Data y Algoritmos.

Tal vez la ilustración más conocida de cómo funciona un negocio tradicional es la cadena de valor de Michael Porter. Cada empresa toma ciertos insumos y hace varias operaciones, cada una de las cuales combina y agrega valor a los insumos hasta obtener un producto terminado. Este producto después se difunde a través de un esfuerzo de ventas y marketing. Además, la empresa agrupa ciertos recursos internos, como contabilidad y TI, que se aplican de una manera transversal a todas las actividades de la empresa. Este esquema describe casi cualquier modelo de negocio y funciona de forma parecida para los servicios también. El aspecto más importante es que el valor de la empresa proviene del control exclusivo de un conjunto de recursos internos y la empresa obtiene la ventaja de costos optimizando el flujo de insumos desde la entrada hasta la salida de la cadena de valor.

Las plataformas crean valor de una manera muy distinta, dado que no sólo los clientes sino también la producción y los recursos son externos a la empresa. Uber no posee los vehículos, Airbnb no es dueña de los alojamientos, Facebook no saca fotos y no escribe el contenido de los posts. En vez de optimizar la productividad y gestionar los recursos internos, las plataformas usan algoritmos para analizar los datos con el fin de maximizar la interacción entre los productores (o los dueños de los recursos) y los consumidores. Facebook sabe con quién interactúa más y destaca los posts de sus amigos más cercanos. Uber sabe quiénes son los conductores más leales y eficientes y les da prioridad a la hora de conseguir pasajeros. Por esto, la ventaja competitiva en el negocio de plataformas viene de un mejor manejo del big data. Las plataformas que tienen mayor capacidad de coordinar el encuentro entre el productor y el consumidor atraen más productores y más consumidores.

Como vimos en capítulos anteriores, cualquier dispositivo IoT en principio puede ser una plataforma para distribuir productos y servicios. Las apps para el hogar inteligente o para el reloj de Apple, nuevas funcionalidades para coches o el servicio de mantenimiento de máquinas industriales, todos son ejemplos tempranos de lo que se nos viene: un mundo regido por la lógica de plataformas, no sólo online sino en todas partes.

La Ley de Joy para Todo

El cofundador de Sun Microsystems, Bill Joy, dijo una vez,

“No importa quien seas, la gente más inteligente del mundo trabaja para otro”, una afirmación que se conoce como *la Ley de Joy*. La frase no quiere decir que la gente que trabaja en su empresa no sea inteligente, ni tampoco quiere decir que la gente que trabaja en alguna otra empresa específica sea más inteligente que en la suya. Su significado es bien distinto.

Joy dijo esta frase con referencia a la opinión de Bill Gates que Microsoft iba a ser un monopolio de IQ (coeficiente intelectual). Lo que quiso decir es que, aunque usted tenga la empresa más exitosa en el mundo, la gente más inteligente para resolver un problema o desafío determinado probablemente no se encuentre entre sus empleados, por las reglas de probabilidad básica. La idea es que el mundo es grande comparado con cualquier empresa y el mejor conocimiento o los mayores expertos de un tema específico siempre están muy repartidos en distintas empresas, universidades y países. Es imposible contratar a todos como sus empleados permanentes solo por el simple hecho de que no todos querrán cambiar de ciudad. Para resolver este desafío de la economía del conocimiento, Joy proponía que en vez tratar de solucionar todos los problemas sólo con los empleados internos, una empresa debería también cultivar un ecosistema de expertos y desarrolladores, algunos colaborando intensamente y otras aportando esporádicamente o incluso una única vez, como un especie de sistema solar donde haya planetas cercanos, planetas lejanos y cometas que vuelvan cada 80 años. De esta manera, esté donde esté el mejor conocimiento, usted siempre podrá encontrar a la persona adecuada para cada situación o cada problema.

Esta idea subyace al movimiento de la innovación abierta, donde las empresas publican los desafíos científicos o tecnológicos que no pudieron resolver con sus empleados internos en una plataforma online como *innocentive*, y ahí encuentran a los expertos alrededor del mundo que les puedan ayudar. Un científico jubilado que vive al lado o un investigador universitario en otro país que pasó toda la vida estudiando justo el mismo tema puede solucionar en cinco minutos algo que a sus empleados quizás les llevaría meses. Podemos decir que las plataformas crean liquidez en la experiencia acumulada.

Pero si bien la idea nació en el campo de gestión de talento, con IoT su vuelve más general. Hay muchos tipos de recursos que están distribuidos de forma muy dispersa. Las plataformas digitales no tienen que gestionar sus recursos internamente y por eso pueden superar los límites de la Ley de Joy. Es lo que Apple y Google hacen con desarrolladores externos desde hace mucho tiempo o lo que usan las empresas de *crowdsourcing* con los freelancers, pero en la economía conectada el mismo principio se puede aplicar casi a todo.

La Revolución en el Sector Seguros

Cada vez que viajamos en nuestro coche, cada vez que llevamos puesta una pulsera inteligente u otro tipo de *wearable*, cada vez que encendemos cualquier máquina inteligente siempre hay un efecto secundario que se crea automáticamente: los datos. Más allá de las interacciones entre los propietarios y los inquilinos, entre los pasajeros y los taxistas, los datos en sí son un producto valioso y las plataformas digitales van a permitir que el que genera esta información y el que la valore puedan hacer un negocio.

Una de las industrias que se transformará dramáticamente por el océano de datos disponibles desde los dispositivos inteligentes es el sector de los seguros. Su negocio es poner el precio correcto al riesgo y no hay nada más útil para esta tarea que tener datos precisos sobre cada usuario. Consideren cómo funcionan los seguros de autos hoy en día: las empresas calculan las tasas de accidentes y dividen a sus clientes en segmentos con distintos perfiles de riesgo. Por ejemplo: los hombres jóvenes conducen con una tasa de accidentes más alta que la población en promedio y, además, también tienen una probabilidad mucho más alta de no ponerse el cinturón de seguridad. Teniendo estos datos en cuenta, las aseguradoras cobran una prima mayor a los hombres jóvenes, dado que ellos, en promedio, causan más daños que deben cubrir las aseguradoras.

Pero esta metodología siempre tuvo una debilidad, ya que mide riesgos muy grosso modo. Claramente, es posible que dentro de todos los hombres jóvenes hay algunos que conduzcan de forma mucho más cuidadosa, pero ellos también tienen que pagar una prima muy alta porque están dentro del segmento que, *en promedio*, está más en riesgo de todos. La aseguradora que pueda incorporar la información individual tendrá una ventaja enorme, ya que podría ofrecer a estos clientes una prima justa y económica.

Esto no es algo futurista. La industria del sector seguros ha estado al frente de la innovación de IoT desde hace varios años. Hoy en día, 9 de las 10 aseguradoras principales de EEUU ofrecen a sus clientes una opción de instalar un dispositivo en su vehículo que informe de varias variables relevantes para la medición del riesgo de conductor, como la velocidad, los patrones de aceleración y frenado o distancia recorrida, entre otras. A cambio de darle acceso a sus datos, los clientes obtienen grandes descuentos en su seguro, que llegan a ser cientos de dólares en el caso de las personas que normalmente estarían en el segmento percibido como de riesgo. Dada la

posibilidad de ahorrar, es de esperar que dentro de pocos años, los consumidores que conducen de forma más cuidadosa van a evitar a las aseguradoras que no se adaptaron a las tecnologías del siglo XXI y éstas se van a quedar solamente con los clientes de alto riesgo.

La modalidad de medir el riesgo de forma individual en vez de grupal se conoce como "seguros basados en el uso" (de inglés, *usage-based insurance*) y se estima que en 2015, alrededor de 17 millones de personas hayan instalado estos dispositivos. Este número aumentará a 50 millones en 2020 y en 2030 la mayoría de los conductores usarán alguno de estos planes.

Mejor que el promedio

Uno de los estudios más conocidos de las ciencias sociales consistía en preguntar a los conductores si consideraban que conducían por encima del promedio. El resultado arrojó el 93% se consideraba mejor conductor que promedio, algo que es estadísticamente imposible, por lo cual este fenómeno se bautizó como la *Ilusión de Superioridad*. ¿Será por este sesgo que la gente se altera tanto con el comportamiento de otros conductores?

El auto conectado cambiará esta ilusión, ya que mostrará lo bueno que es con la misma precisión numérica que la puntuación en Super Mario Cart. Por ejemplo, la aseguradora AllState ofrece una app para Android y iPhone que mide el patrón de su comportamiento al volante y ofrece sugerencias y consejos sobre cómo puede mejorar. Además lo compara en un ranking con los demás conductores. Si conduce con más seguridad, no solo podrá salvar vidas y ahorrar dinero, sino también subir en el ranking. Y esta vez el resultado no será ilusorio.

La llegada de nueva competencia

Si la industria de seguros está innovando furiosamente es porque sabe que se viene una gran ola de disrupción y el auto es solo el comienzo. El 2015 era un record en términos de los nuevos emprendimientos tecnológicos que lograron conseguir capital de los inversores para competir con esta enorme industria. Sólo el mercado de seguros de autos y solo en EEUU representa ingresos de 600 mil millones de dólares anuales y, mundialmente, es un negocio de varios millones de millones.

En el fondo, el problema para la industria de seguros es que cuando los sensores de los autos, de las casas y de las personas estén continuamente conectados, se formará un mercado mucho más

amplio que no respetará las divisiones tradicionales. Cualquier startup tecnológica podrá tomar el flujo de datos y utilizar algoritmos matemáticos para medir el riesgo de forma individual. Después, podrán vender este servicio a cualquier inversor financiero que quiera asegurar este riesgo. El desacoplamiento de las industrias que solían estar integradas verticalmente en redes de valor es un refrán constante de la revolución IoT.

capítulo 7

La Revolución Será Lenta

Hace varios años un amigo trató de convencerme de que debería ver la serie de ciencia ficción Battlestar Galáctica donde unos cuantos humanos vuelan por el universo huyendo de la inteligencia artificial que los está persiguiendo incansablemente. Cuando al final le hice caso y un día vi un episodio que ponían en la tele, mi reseña fue brutal: "Esto es, posiblemente, lo más confuso que he visto o leído en ciencia ficción en mi vida," le dije, "la gente en la nave espacial Galáctica tiene tecnología tan avanzada que puede viajar más rápido que la velocidad de luz y tiene pistolas láser, pero, por otro lado, utilizan teléfonos rotativos que la última vez que vi no me acuerdo si fue en un museo o en la casa de mi abuela." Sin embargo, el confundido era yo y resultó que el uso de teléfonos anticuados era una parte central de la premisa de la serie. La

inteligencia artificial que estaba tratando de atrapar a nuestra banda de peregrinos cósmicos era tan buena hackeando las computadoras que se les hizo imposible usar cualquier tipo de tecnología digital. El único remedio era volver a usar los circuitos analógicos para las comunicaciones y herramientas primitivas y totalmente desconectadas para la navegación. La mente humana simplemente no podía manejar la complejidad de la seguridad informática para protegerse del hacker superhumano.

Recientemente me acordé de esta serie cuando leí en la revista Wired la noticia de que dos expertos informáticos, Charlie Miller y Chris Valasek, lograron hackear un coche modelo Jeep Cherokee. Lo pudieron hacer de una manera remota e inalámbrica desde una casa a más de 10 kilómetros del vehículo que estaba yendo a 70km por hora. Los hackers tomaron el control casi total, encendiendo y apagando el limpia parabrisas, la radio, el aire acondicionado y, al final, incluso apagando el motor y forzando al coche a parar en el medio de la ruta.

Afortunadamente, en este caso, los hackers no eran maléficos, sino que eran investigadores becados por el gobierno con el fin de mostrar a los fabricantes de coches las vulnerabilidades de las nuevas tecnologías usadas en vehículos conectados y la necesidad de prestar atención a la creciente importancia de la ciberseguridad en la industria automotriz. Como resultado del descubrimiento de Miller y Valasek, la agencia de la seguridad vial ordenó que el fabricante del Jeep, Fiat Chrysler, debe retirar del mercado alrededor de 1.4 millones de vehículos afectados por la vulnerabilidad. Además, Fiat Chrysler colaboró con Sprint, su proveedor de servicios de telefonía móvil, para, inmediatamente, proteger a los conductores a través de una medida implementada directamente en la red inalámbrica.

Si bien en este caso nadie sufrió daño alguno (el conductor del Jeep hackeado era parte del proyecto), el alcance de la vulnerabilidad y el número de vehículos afectados sorprendió incluso a los investigadores. El problema no era específico del Jeep Cherokee, como ellos habían pensado originalmente, sino que se extendía a muchos otros modelos populares, como el Dodge Durango, el Dodge Charger y los Chrysler 200 y 300. Además, Fiat Chrysler no es el único fabricante de autos conectados. Alrededor de 27 millones de autos en 2015 estaban online continuamente, número que alcanzará más de 80 millones en 2022. De los 14 fabricantes de automóviles más grandes del mundo (que en conjunto representan el 80% del mercado global), todos apuestan por un futuro donde el coche sea efectivamente una computadora con ruedas conectada a Internet. Después de que la historia del hack se publicara en Wired, varios expertos en seguridad informática opinaron que los vehículos del futuro tendrán que incorporar un interruptor de emergencia que

físicamente asegure que los sistemas de dirección, frenado y propulsión del vehículo se desconecten completamente para los casos en los que el conductor tenga que retomar control de un vehículo hackeado, una estrategia muy parecida a la que fue empleada por los astronautas de Battlestar Galáctica.

El desafío de la seguridad informática del coche conectado es un buen ejemplo de que cualquier tecnología nueva viene con un conjunto de ventajas y desventajas y es importante mantener una perspectiva equilibrada que tenga en cuenta ambos aspectos. A pesar de los riesgos descritos arriba, el vehículo conectado nos promete un mundo mucho más seguro. Por ejemplo, según la Organización Mundial de la Salud, alrededor de 1.2 millones de personas mueren cada año en accidentes de tráfico, más que en todos los conflictos militares de la actualidad. Además, por cada caso fatal, hay alrededor de 8 personas con heridas que requieren ingresos hospitalarios y 100 que necesitan atención en urgencias. Se estima que, a largo plazo, los vehículos inteligentes y conectados que automáticamente cooperan entre sí, con los semáforos y otros aspectos de la infraestructura vial, podrán prevenir alrededor del 90% de accidentes de tráfico en el mundo, lo cual salvará cientos de miles de vidas y prevendrá enorme sufrimiento debido a las lesiones causadas por los accidentes.

Este mismo aspecto de prevención también lo hemos visto en el capítulo sobre Internet Industrial, que nos permitirá detectar fallas en máquinas antes de que se rompan, y en la promesa de que la medicina conectada va a diagnosticar problemas a tiempo para curarlos. Sin embargo, un hackeo de un vehículo en marcha o un marcapasos en tu cuerpo es un asunto mucho más serio que un hackeo de un sitio web y las ventajas que nos pueden traer estas tecnologías no valdrían mucho la pena si la primera ola de los productos inteligentes tienen la seguridad informática parecida a las primeras PCs de los años 80 y 90. Esta vez tendremos que ser proactivos desde el comienzo y la investigación de la vulnerabilidad del Jeep es un buen modelo de como los tecnólogos pueden trabajar con el gobierno para resaltar desafíos y cambiar el comportamiento de la industria antes de que empiecen los problemas serios.

Estos cambios no van a ser rápidos, ya que, en el fondo, se tratan de procesos sociales y no tecnológicos. Las empresas de la industria automotriz a lo largo de décadas acumularon experiencia y conocimiento en electromecánica y propulsión pero no tienen experiencia en software o seguridad informática, al igual que los hospitales son especialistas en tratamiento de enfermedades y no en el análisis de big data. Para poder realizar la promesa de los productos conectados, las organizaciones van a tener que desarrollar nuevas capacidades

institucionales que lleva mucho tiempo construir o crear alianzas a largo plazo con las empresas de tecnología que manejen bien estos aspectos. La revolución IoT será lenta.

Conectividad, Baterías y Estándares

Aunque el desafío de la seguridad informática es el más visible y el más comentado, no es el único obstáculo en el camino del uso práctico de los productos basados en IoT. Podemos ver algunos de estos obstáculos en el paraguas inteligente, que quizás no sea el producto que más necesitas en tu vida, pero es un buen ejemplo para explicar lo que IOT podría hacer algún día para las cosas cotidianas de tu casa y la razón por la que en la actualidad los consumidores siguen siendo relativamente indiferentes a este tipo de innovación.

El paraguas inteligente es un paraguas común pero conectado a Internet y equipado con una luz en la punta. Consulta automáticamente un sitio web del pronóstico meteorológico para ver si va a llover hoy o si ya está lloviendo. Cuando el paraguas detecta la lluvia pronosticada o actual, enciende la luz, que sigue parpadeando de una manera sutil. De esta forma, el paraguas le avisa de que sería una buena idea agarrarlo cuando esté saliendo de casa. La luz se apaga automáticamente mientras que lo está usando y también queda apagada mientras que no haya lluvia o la inminente posibilidad de la misma.

Por un lado, parece una buena idea. Si todos los paraguas pudieran tener esta útil habilidad sin aumentar su costo o la complejidad del uso, sería un avance en la historia de los paraguas. Sin embargo, si bien hay varios prototipos funcionando, la infraestructura actual está muy lejos de posibilitar el desarrollo de un producto de este estilo realmente utilizable por un consumidor.

El desafío principal es la conectividad. Si usted en algún momento tuvo que configurar su router de Wi-Fi o resolver problemas de conexión a Internet en su computadora, probablemente sepa que los problemas de conectividad pueden ser fastidiosos. Estos desafíos se vuelven mucho más complejos aún en el caso de los dispositivos que no tienen pantallas, botones o teclados. La solución de muchos dispositivos IoT nuevos es que, al menos inicialmente, se tengan que configurar desde su teléfono móvil, quizás con una app especial en su teléfono que le permita gestionar el paraguas inteligente.

Si la idea de tener que configurar su paraguas no le asusta, existe también el problema de tener que recargar o cambiar las baterías. No sirve para mucho un paraguas que ayude a no

olvidarlo los días lluviosos si crea un nuevo problema de tener que acordarse de recargarlo. En el futuro, esto podrá solucionarse con sistemas de potencia inalámbrica como Wi-Tricity, que puede cargar los dispositivos remotamente o, en algunos casos, con sistemas que se alimentan de energía ambiental. Pero, lamentablemente, con la tecnología actual, cualquier dispositivo conectado a la red de forma continua no tendrá batería que dure mucho.

Por último, el costo de toda esta tecnología aumenta de manera sustancial el precio de un objeto como paraguas. Hoy en día saldría por lo menos 100 dólares, con lo cual sería un paraguas bastante lujoso.

Uno, dos o los tres de estos problemas (conectividad, reemplazo de baterías y costo elevado) afectan casi a cualquier producto de domótica. Además, la visión de casa inteligente y conectada donde su lavadora habla con la empresa de electricidad para ver cuándo la tarifa es más económica tiene otro problema: todavía no hay estándares comunes para que todos estos dispositivos y servicios puedan hablar entre ellos y esto es un desafío técnico enorme. Existen algunas soluciones de los fabricantes específicos, como la lavadora Whirlpool que interactúa con la API de Nest, pero, en general, la visión de todos los productos inteligentes comunicándose entre sí sigue siendo una fantasía lejana.

La revista de tecnología Gizmodo bromeaba en un artículo con que una avalancha de dispositivos inteligentes nuevos se está convirtiendo en una avalancha de organizaciones nuevas que están tratando de organizar este babel de dispositivos hablando distintos lenguajes inalámbricos, incluidos Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Zwave y Ant+, LoRa, SigFox, entre muchos otros. Ya existen el AllSeen Alliance, el Industrial Internet Consortium (IIC) y la llegada más reciente de Open Internet Consortium (OIC) que agrupa Atmel, Dell, Broadcom, Intel, Samsung y Wind River.

Lo que sabemos de la historia de Internet es que la coordinación de estándares es un proceso muy largo y complejo. Pueden pasar varios años hasta que los actores principales del mundo IoT se pongan de acuerdo y varios años más hasta que estos estándares se implementen alrededor del mundo. Si bien la falta de estándares es algo que también afecta a la IoT Industrial, en el contexto empresarial hay muchos más recursos para solucionar los problemas de conectividad e interoperabilidad de los dispositivos distintos que un consumidor promedio tiene a su disposición. Así que aunque la visión de la casa inteligente era una inspiración temprana de la visión de IoT y de la Computación Ubicua, lo más probable es que domótica sea un mercado de nicho

para entusiastas tecnológicos durante varios años más. Seguramente en el futuro será un mercado enorme pero los primeros ejemplos exitosos de IoT a nivel masivo estarán en otros ámbitos, como la IoT Industrial, la agricultura de precisión y la salud conectada.

capítulo 8

El Planeta Eficiente

Paul R. Ehrlich es uno de los ecólogos más conocidos del siglo XX. Es profesor de Biología en Stanford y se hizo famoso porque en 1968 hizo una predicción de que, en los años 70, cientos de millones de personas iban a morir de hambre. Ehrlich, siguiendo la lógica de Thomas Malthus, afirmó que el crecimiento poblacional iba a terminar en tragedia, dado que en algún momento los recursos del planeta no iban a ser suficientes para todos. Dijo,

"La batalla para alimentar a la humanidad se terminó. En los años 1970, millones de personas morirán de hambre a pesar de todos los programas de crisis que se están empezando a poner en práctica hoy. A estas alturas, nada puede prevenir un aumento sustancial en la tasa de mortalidad en el mundo."

Obviamente, estas dramáticas profecías no se cumplieron y, de

hecho, los precios de los alimentos bajaron significativamente durante la siguiente década. Sin embargo, Ehrlich insistió que solo se equivocó en el plazo y escribió libros como "El Fin de la Abundancia", en los cuales continuó afirmando que los recursos se iban a acabar pronto.

En ese momento Julian Simon era un profesor de negocios en la Universidad de Maryland. Tenía el punto de vista opuesto a Ehrlich. Opinaba que una crisis de recursos así de extrema nunca puede llegar a ocurrir de forma repentina ya que el mercado anticipa la carencia. Esta anticipación hace que los precios suban muy rápido bastante antes de que el recurso realmente se acabe. Por tanto, decía Simon, las empresas, los gobiernos y los científicos tienen grandes incentivos y mucho tiempo de antelación para inventar un nuevo recurso que pueda sustituir el recurso escaso, cambiar los procesos industriales para que se use menos de este recurso o crear un nuevo método de producción que sea mucho más eficiente. Este aumento de eficiencia hace que, a largo plazo, los precios de los recursos, por lo general, se mantengan estables o disminuyan.

Para resolver la discusión, Simon propuso a Ehrlich hacer una apuesta a que los precios de los recursos a largo plazo no iban a subir, como sostenía Ehrlich, sino que, por el contrario, iban a bajar. Además, le dejó a Ehrlich que eligiera cualquier combinación de los recursos escasos que, según él, se iban a acabar "muy pronto." Ehrlich, junto a sus colegas, eligió cinco metales y en una apuesta simbólica apostaron 1000 dólares contra Simon a que en diez años los precios iban a ser más altos (la apuesta se firmó en 1980).

Casi todo el mundo académico pensó que Simon estaba loco al apostar contra una idea tan obvia: estaba muy claro para todos que el crecimiento económico y poblacional implicaba que hubiera menos recursos disponibles. Sin embargo, el resultado fue que no solo Simon ganó la apuesta en totalidad sino también venció en cada uno de los componentes elegidos por Ehrlich. Y a pesar de que la población aumentó más en los diez años después de la apuesta que en cualquier década anterior.

Esta historia se repitió una y otra vez después de la famosa apuesta entre Simon y Ehrlich. Cuando un recurso se vuelve caro y escaso, el genio humano siempre inventa un sustituto más económico o aprende a utilizar lo que tiene de forma mucho más eficiente, los picos suelen ser falsos y los precios vuelven a bajar. El inventor Buckminster Fuller, denomina a este proceso efemeralización. Según Fuller, el avance de la tecnología "nos permite hacer más y más con menos y menos, hasta llegar a poder hacer todo con nada." Por supuesto, hay un grado de licencia poética en esta afirmación pero la tendencia es muy cierta. De

hecho, la Ley de Moore, el motor subyacente de IoT, es tal vez el ejemplo más paradigmático de la efemeralización. La computación que solía ser uno de los recursos más caros y escasos del mundo en los años 1960, hoy en día es abundante y prácticamente gratuita.

Estamos en el umbral de una gran transformación que pone un nuevo desafío al genio humano. Según la OECD, se estima que para el año 2030 la clase media global va a aumentar de 2 mil millones a 4.9 mil millones de personas. Casi 3 mil millones que hoy en día viven en la pobreza alcanzarán el nivel de poder adquisitivo de los países desarrollados. Si este nuevo grupo de clase media fuera un país, sería aproximadamente 10 veces más grande que EE.UU. Más adelante, se espera que la población mundial seguirá creciendo hasta 2050 y va a alcanzar 9.5 mil millones antes de estabilizarse.

En un futuro cercano, estas personas querrán comprarse una casa y un auto o instalar aire acondicionado en su hogar para el verano y calefacción para el invierno. Querrán tomar comida saludable y comprar productos de consumo masivo, como ropa y teléfonos móviles o disfrutar de vez en cuando de un viaje durante sus vacaciones. En otras palabras, tendrán los mismos deseos y aspiraciones como los afortunados que ya tenemos acceso a estos bienes. Y tienen el derecho a tener una vida tan digna como el resto de nosotros. El único problema es que actualmente el planeta no tiene suficientes recursos para darle estilo de clase media a los 3 mil millones de personas adicionales que lo van a querer en las próximas décadas. ¿Cómo podemos resolver este desafío?

Existe una estadística popular que cuenta que toda la población humana hoy en día ocupa únicamente entre el 2 y el 3 por ciento de la superficie de la tierra. A veces esto se explica con un mapa que muestra a todos los humanos hipotéticamente encajados en una sola isla, como Nueva Zelanda. El mapa da la impresión de que todavía queda muchísimo espacio. Pero, si bien es muy cierto que queda mucho lugar físico para construir viviendas, lo que esta estadística oculta son los recursos necesarios para alimentar, vestir, transportar y entretener a la población y, además, el espacio necesario para absorber sus residuos y sus emisiones de CO2. Por ejemplo, de toda la superficie del planeta disponible en principio ya usamos la mitad para nuestra agricultura y ganadería. Y la mitad que todavía queda sin utilizar es el único espacio para todos los ecosistemas naturales del mundo, de los cuales también dependemos. Así que, aunque la zona habitada por los humanos de forma directa, si nos apretamos, tal vez encajara en el territorio de Nueva Zelanda, no podemos generar más recursos simplemente expandiendo el uso de la tierra. De hecho, se estima

que para darle la vida de clase media a 9.5 mil millones de personas con la modalidad del uso de recursos actual, necesitaríamos 2.3 planetas como el nuestro. A menos que para 2050 la mitad de nosotros pueda ir a vivir a Marte, necesitaremos hacer mucho más con lo que ya tenemos. En las próximas décadas, vamos a necesitar una *efemeralización* muy intensa y las tecnologías IoT tendrán una parte importante en este proceso.

Ciudades Inteligentes.

Control de Tráfico

Según el informe de las Naciones Unidas sobre el calentamiento global, las ciudades son responsables del 70% de las emisiones de CO2. Las dos categorías más grandes que generan el CO2 son transporte y las emisiones que se producen en el proceso de abastecer de energía a los edificios. Con el tiempo, IoT puede ayudar a reducir ambos de manera dramática.

Por ejemplo, alrededor del 30% del tráfico en una ciudad se debe a los vehículos que están buscando estacionamiento, lo que genera millones de toneladas adicionales de CO2 cada año, tanto de forma directa por los tubos de escape como indirecta, a través de los embotellamientos y la velocidad de circulación reducida del tráfico en general. Además, también genera millones de conductores enojados.

Una empresa llamada Sensity Systems está empezando a solucionar este problema con la detección automática de lugares de estacionamiento. Sensity fabrica un dispositivo que convierte cualquier lámpara LED estándar en un nodo para las aplicaciones de las ciudades inteligentes. El dispositivo utiliza un enchufe común como si fuera un foco normal y añade no sólo el control automático y remoto del LED, sino también una variedad de sensores, incluyendo una video cámara que puede reconocer lugares para aparcar, detectar embotellamientos y medir la velocidad del tráfico alrededor de la lámpara.

Con este tipo de tecnologías los conductores pueden tener una app que le dirige inmediatamente al lugar de estacionamiento más conveniente tomando un camino que disminuya la disrupción al tráfico que está circulando.

Iluminación y Seguridad

Las ciudades de todo el mundo van a estar reemplazando alrededor de 50 millones de focos tradicionales que hoy en día proveen luz en lugares públicos por lámparas LED, dado que éstas

últimas consumen 10 veces menos energía y tienen vida útil hasta 30 veces más larga. Con tecnologías como Sensity o soluciones parecidas de muchas otras empresas, el sistema de la iluminación municipal puede convertirse en una gran plataforma de sensado para un sinnúmero de aplicaciones todavía no imaginadas.

Por ejemplo, las lámparas inteligentes pueden avisar al servicio de mantenimiento cuando el foco se rompa o no esté funcionando correctamente para que lo puedan reemplazar inmediatamente y no esperar meses hasta que se queje algún vecino. Los micrófonos pueden medir el nivel de ruido y, automáticamente, aumentar el brillo cuando se detecte actividad alrededor. Este tipo de aplicación puede disminuir el consumo eléctrico mucho más aun, porque la luz puede variar según la hora y contexto: puede disminuir al mínimo a partir de las 2 de la madrugada cuando la ciudad se duerme pero si se detecta movimiento o ruido puede aumentar temporalmente hasta la máxima intensidad, formando un paraguas de luz que siga al peatón o al vehículo. De esta forma, podemos ofrecer máxima seguridad con mínimo uso de energía: la ciudad estará siempre bien iluminada si hay gente que necesite luz.

Medio Ambiente

Imagínese un futuro no tan remoto en el que la ciudad esté cubierta con sensores que continuamente y precisamente midan la calidad del aire, del agua, de la contaminación sonora y otras mediciones claves para la calidad de vida. Además, imagínese que estos indicadores están disponibles en una app gratuita y las mediciones se guardan en bases de datos para poder analizar tendencias y patrones. Solo el hacer visible el problema a los ciudadanos instantáneamente cambiaría la política ambiental.

En general, la contaminación de todo tipo es uno de los desafíos más difíciles de la vida moderna, especialmente porque suele ser un enemigo invisible. Es difícil concienciar y movilizar a los ciudadanos a menos que el problema llegue a niveles catastróficos como por ejemplo en Beijing, donde la contaminación bloquea el sol y un artista construye ladrillos con las partículas esparcidas en el aire. Pero si su teléfono móvil le muestra un aviso apenas que la contaminación en su barrio exceda un umbral permitido, será más fácil movilizar a los vecinos, tener pruebas concretas para presentar reclamaciones y atrapar y hacer pagar a los mayores contaminadores locales.

El uso de IoT en la lucha contra la contaminación tiene un triple impacto: mejorar la salud y calidad de vida, preservar

uno de los recursos más escasos y difíciles de renovar (el medio ambiente limpio) y, a la vez, darle el incentivo a las empresas de crear procesos industriales con cero o mínimo residuos, lo cual, a su vez, alienta el uso eficiente de la materia prima y genera crecimiento económico a través de la creación de nuevas tecnologías.

Energía

Un hogar promedio en una zona desarrollada desperdicia entre el 20% y el 40% de la energía consumida. Mucho de este desperdicio viene de la calefacción o del aire acondicionado encendido sin necesidad. Por ejemplo, es común que alguien ponga su aire acondicionado a 17 grados pensando que esto significaría que la temperatura de la casa va a bajar más rápido, pero, en realidad, solo desperdicia energía. En otros casos, la gente simplemente se olvida de apagar el aire acondicionado.

Esta ineficiencia se extiende mucho más allá del hogar. Un gran problema para la red eléctrica en todo el mundo es la oscilación de la oferta y la demanda de energía. En los días muy calurosos del verano, cuando todo el mundo enciende el aire acondicionado o los días muy fríos del invierno, cuando todos encienden la calefacción, muchas veces no hay suficiente energía para todos, lo que provoca inestabilidad del sistema, incluyendo cortes de luz. No hay una buena solución a este problema desde el lado de la generación adicional de energía. Si las empresas amplían mucho su capacidad para poder abastecer la demanda incluso en los días de picos extremos, esto significaría que el resto del año está capacidad no se utilizaría. De hecho, debido a este problema, las plantas de generación de electricidad en promedio suelen estar casi 50% sin producción. A su vez, esto implica que la energía se vuelva más cara para todos, ya que alguien tiene que pagar por esta capacidad extra y, al fin y al cabo, este "alguien" es el consumidor o el ciudadano (en el caso de que lo pague el gobierno). Pero más importante aún es que esto causa un impacto ambiental y desperdicio económico enorme, ya que hay que construir y mantener plantas que la mayoría del tiempo no se utilizan.

Las tecnologías IoT pueden aportar a la solución de este problema. Por ejemplo, el termostato Nest, que analizamos en capítulo 3, tiene un programa de descuentos de horas pico para sus usuarios, lo que les permite ahorrar dinero mientras que ayudan a la red eléctrica a estar más balanceada. En este programa, las distribuidoras eléctricas notifican a la aplicación de Nest en la Nube los días y horas cuando se espera el pico de demanda. Para los usuarios que deciden participar, Nest automáticamente baja la temperatura en la casa durante las

horas en las que energía es más cara y escasa. Por su parte, las empresas distribuidoras compensan a los usuarios con un descuento en su factura.

Los Vampiros de Eficiencia

Si bien la calefacción y el aire acondicionado sean las mayores categorías de desperdicio en las oficinas y los hogares, además, continuamente desperdiciamos energía simplemente por la ineficiencia intrínseca de nuestros electrodomésticos y dispositivos electrónicos. Cuando camina por su casa por la noche, usted puede ver los ojos de los numerosos vampiros energéticos: el indicador de potencia de la tele, el LED del cargador del teléfono móvil que se puso verde porque la carga ya está completa o la luz en el enchufe de la computadora. Actualmente, casi cualquier dispositivo que esté enchufado gasta energía incluso si está apagado o cuando la carga ya está completa. Algunos son peores que otros, pero, en promedio, en zonas desarrolladas se pierde alrededor del 5% de energía a través de este proceso de vampirismo silencioso. Cuando todos los hogares cuenten con una infraestructura de medición inteligente, será muy fácil encontrar estos puntos de desperdicio y alentar tanto a los ciudadanos como a los fabricantes a empezar a solucionar este problema. Cuando algo está apagado, no debería gastar nada.

Agricultura Inteligente

Riego

Según un reciente informe de las Naciones Unidas, la escasez de agua potable es uno de los mayores riesgos de desarrollo sostenible en las próximas décadas. Con la trayectoria actual, la ONU predice que en 2030 tendremos solamente el 60% del agua que necesitaremos para sobrevivir. Pero no tenemos que esperar hasta entonces, la escasez del agua ya es un problema grave hoy en día. Actualmente, alrededor de mil millones de personas carecen de acceso a agua potable, muchas regiones están afectadas por sequías que duran años y los desacuerdos sobre el uso de ríos se están volviendo una causa común de conflictos internacionales.

El 70% del agua dulce que consumimos se usa para la agricultura, principalmente para el riego de cultivos. La eficiencia de los sistemas de riego es muy baja y en promedio perdemos entre el 25% y el 60% del agua empleada para este propósito.

El problema principal es que los sistemas de riego utilizan simples temporizadores que encienden y apagan el suministro del agua siempre a la misma hora, según un programa fijo. Es decir, al sistema de riego no le importa si hay una tormenta tropical que lo está empapando todo alrededor, se va a encender y apagar de la misma manera que siempre. Por esto un gran porcentaje y, a veces, la mayoría del agua se pierde ya sea absorbida por la tierra lejos de la planta o evaporándose porque hay demasiada.

Añadiendo sensores de humedad al suelo, se puede suministrar el agua solamente cuando la planta realmente la necesite. Pero podemos ir mucho más allá. El sistema de riego inteligente puede conectarse a través de la API del pronóstico del tiempo y ver cuál es la probabilidad de lluvia ese día. Si no se espera lluvia y la planta necesita agua, el sistema de riego lo administrará según el horario óptimo del día, pero si el pronóstico dice que viene agua, el sistema puede esperar, ver si tenía razón y después suministrar el agua si todavía hace falta. El algoritmo del sistema también puede tener en cuenta la geografía donde está instalado.

La Agencia de Protección del Medio Ambiente de EEUU (la EPA) empezó a emitir la certificación *WaterSense* para identificar los controladores de riego inteligentes para el uso en el riego de céspedes residenciales. Según sus estimaciones, si todo hogar utilizara un controlador de este tipo, se ahorrarían anualmente más de 500 mil millones de litros de agua, una cantidad suficiente para abastecer a 1.3 millones de hogares adicionales. Si bien el uso residencial del agua es una fracción del uso en la agricultura, este es un ejemplo de que estas tecnologías ya se están volviendo prácticas y con el tiempo cambiaran los sistemas de riego de cultivos alrededor del mundo.

Distribución

Cuando se habla de calentamiento global o de la escasez de agua, casi nunca se oye hablar del desperdicio de comida como una de las causas principales. Sin embargo, la ineficiencia del proceso de distribución de los alimentos es realmente chocante. Entre el 30% y el 50% de la comida producida en el mundo se desperdicia antes de llegar al estómago del consumidor. Esto significa que podemos aumentar nuestra producción de la comida 60%-100% sin expandir el uso de la tierra dedicada a los cultivos y la ganadería.

Una gran parte del problema es que el público ve este desperdicio únicamente desde la óptica de pérdida de nutrición que alguien podría haber utilizado y, lo que muchas veces se

pierde de la vista, es que este desperdicio es uno de los motores de la crisis ambiental. Cada manzana descartada por imperfección, cada hamburguesa que se enfrió que tiramos a la basura, representa una enorme cantidad de recursos. Por ejemplo, para producir un kilo de manzanas, se utilizan aproximadamente 800 litros de agua o para producir 1 kilo de carne de vaca se usan más de 15,000 litros de agua.

En los países desarrollados, los supermercados rechazan hasta el 30% de frutas y verduras que están en buenas condiciones porque los productos no se adhieren a los altos estándares de apariencia física que tienen los consumidores. En algunos casos, los supermercados rechazan cosechas enteras por estas razones. De las frutas y verduras que llegan a los consumidores, entre el 30% y el 50% de lo comprado se tira a la basura en el hogar.

En los países en desarrollo, los desperdicios son iguales o mayores, pero por otras razones. Al no tener infraestructuras modernas para el transporte y el almacenamiento de alimentos perecederos, entre el 40% y el 80% por ciento se pierden debido a roedores, moho, humedad, en el transporte, etc. Por ejemplo, en China se pierde el 45% de arroz producido y en Vietnam, el arroz perdido en el proceso entre el campo y la mesa llega hasta el 80%.

En la economía conectada ambas categorías de la ineficiencia se pueden solucionar de forma casi completa. Las plataformas digitales pueden conectar a los que tienen un exceso de comida con los que más la necesitan. Por ejemplo, una de las razones principales de desperdicio por parte del consumidor es que las fechas de vencimiento las eligen las empresas fabricantes con una única motivación: evitar denuncias. Por eso, los supermercados tiran a la basura mucha comida que está en buen estado. En el futuro, los sistemas de gestión pueden avisar automáticamente a las organizaciones de caridad un par de días antes de la fecha de vencimiento y, en vez de tirar buena comida a la basura, dirigirla para el uso gratuito del sistema de apoyo social. Solamente este simple ajuste crearía miles de millones de dólares de comida adicional sin cultivar una hectárea más.

Por su parte, en los países en desarrollo, las tecnologías de sensado barato pueden dramáticamente bajar las pérdidas en el transporte y almacenamiento.

Procesos Inteligentes

La media docena de ejemplos que hemos visto en este capítulo son una gota en un océano de posibilidades. Como principio general de la revolución de eficiencia, podemos decir que los

productos basados en IoT habilitan el flujo de información libre que nos permite coordinar de mejor manera cualquier tipo de proceso en todas las áreas de la vida.

Por ejemplo, se estima que, en promedio, un ciudadano pasa más de 50% de su tiempo total de desplazamientos en transporte público esperando en las paradas, ya que, dada la incertidumbre de la llegada del transporte y la variabilidad en el tiempo de viaje, hay que estar en la parada con mucha antelación para asegurarse de que no se va a llegar tarde al trabajo u otro destino. Por otro lado, los transportes públicos a veces levantan a una o dos personas y a veces van tan sobrecargados que es imposible subir. ¿Por qué pasa esto? Una gran parte de la respuesta es la falta de información. Si el ciudadano pudiera saber desde su teléfono móvil el horario exacto de llegada del transporte y la estimación correcta del tiempo de viaje dadas las condiciones en la ciudad en ese momento, podría recuperar mucho tiempo de la vida que se pasa esperando. Por su parte, si las empresas tuvieran la información actualizada al minuto de cuántos pasajeros están esperando en cada parada y cuántos viajan en cada medio, podrían gestionar el suministro de los mismos, las rutas y los horarios de los conductores de forma dinámica y adecuada a cada momento del día. Esto no solo ofrecería un mejor servicio a la población, sino que también ahorraría dinero a las empresas, generando la utilización óptima de sus activos.

Podemos encontrar esta lógica en todos los procesos que nos rodean. El camión de la basura no tendría que quemar combustible recorriendo todas las calles una por una si cada contenedor de basura pudiera informar si ya está lleno o no. En función de esta información, el conductor seguiría una ruta optimizada para cada ciclo. En agricultura no tendríamos que aplicar pesticidas a todo el cultivo si un dron inteligente pudiera dirigir la aplicación solamente a aquellas plantas afectadas por la plaga. Se estima que en el futuro podremos reducir el uso de pesticidas más de 10 veces. Podríamos continuar esta lista con infinidad de ejemplos.

El Planeta Eficiente

Tal vez la frase más repetida en la gestión es "lo que se puede medir, se puede mejorar". La medición es el fundamento para cualquier tipo de progreso y nuestros esfuerzos de mejora tienden a enfocarse, consciente o inconscientemente, en las áreas donde podemos ver cómo vamos. Y no siempre podemos medir las cosas correctas.

El senador Robert F. Kennedy, el hermano de John F. Kennedy,

una vez dijo algo muy profundo acerca de la confusión sobre cómo medimos lo que realmente importa:

"El PBI incluye la contaminación del aire y los anuncios de cigarrillos y el costo de las ambulancias para los accidentes de tráfico. Cuenta el costo de las cerraduras especiales que ponemos en nuestras puertas y el costo de gestionar la cárcel para la gente que las rompe. El PBI mide la producción de armas y las actividades que destruyen nuestros bosques y la contaminación que causó la muerte del lago Superior. Y aunque el PBI comprende todo esto, hay mucho que no puede comprender. El PBI no comprende la salud de nuestras familias y la calidad de su educación. Es indiferente a las condiciones en nuestras fábricas y la seguridad de nuestras calles. El PBI no incluye la belleza de nuestra poesía y la fortaleza de nuestros matrimonios; no mide lo inteligente que es nuestra conversación nacional o la integridad de nuestros oficiales públicos. El PBI no mide nuestro humor, ni nuestro coraje, ni tampoco nuestra sabiduría, nuestro aprendizaje, nuestra compasión o la devoción que tenemos a nuestro país. Yendo al grano, el PBI mide todo excepto las cosas que le dan valor a la vida."

Por supuesto, las tecnologías de IoT son solamente herramientas y, como siempre, sería nuestra tarea elegir como usarlas. Lo importante es que la próxima evolución de Internet le va a dar un sistema nervioso a nuestra economía que nos va a permitir medir, hacer visible y mejorar casi cualquier tipo de actividad o problemática social, desde la contaminación hasta la inseguridad o el tiempo perdido en las paradas.

El inventor Nikola Tesla escribió en 1926:

"Cuando la tecnología inalámbrica esté perfectamente instalada, toda la tierra se convertirá en un cerebro enorme... todas las cosas siendo partículas de una unicidad rítmica y real."

Es una linda metáfora acerca del futuro al que estamos yendo.

Bibliografía

Mark Weiser: The Computer for the 21st Century

GE Minds and Machines Conference 2014, 2013
<https://www.gesoftware.com/minds-and-machines>

Larry Fink: Here's How Sharing Economy is Reshaping Spending
<http://www.businessinsider.com/larry-fink-heres-how-the-sharing-economy-is-reshaping-spending-2015-2>

Google Chief Says Internet Will Disappear
<http://www.businessinsider.com/google-chief-eric-schmidt-the-internet-will-disappear-2015-1>

Uber's New Funding Values It at Over 41 Billion
<http://www.wsj.com/articles/ubers-new-funding-va7715938lues-it-at-over-41-billion-141>

David Brock, Understanding Moore's Law: Four Decades of Innovation

Michael Porter, How Smart Connected Products Are Transforming Competition
<https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>

John Markoff, What the Dormouse Said

Steve Mann Wikipedia Entry
http://en.wikipedia.org/wiki/Steve_Mann

McKinsey Quaterly: The Internet of Things
http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/the_internet_of_things

TechCrunch: The Ring is Real
<http://techcrunch.com/2015/01/04/the-ring-is-real/>

International Business Times: Parrot Pot Will Automatically Water Your Plants For You

Andrei Vazhnov es autor de los libros "La Red de Todo: Internet de las Cosas y el Futuro de la Economía Conectada" e "Impresión 3D: Cómo va a cambiar el mundo", el primer libro sobre impresión 3D en español. Andrei fue profesor de emprendedorismo en la Cátedra de Emprendimientos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Fue orador sobre impresión 3D, innovación y el impacto de las tecnologías digitales en TEDxRioDeLaPlata, Endeavor, Wunderman, 3M, SAP CIO Summit, Día del Emprendedor Porteño, Red Innova y muchos otros eventos y conferencias. Andrei tiene una Maestría en Políticas Publicas de Harvard University y un diploma en física de Novosibirsk University.

En el pasado, Andrei se desempeñaba como Director de Ingeniería en Macrovision Corporation donde estaba a cargo del equipo de desarrollo de RightAccess, un sistema de gestión de licencias digitales y de RightCommerce, un sistema de comercio digital.

Antes de su trabajo en Macrovision, Andrei era Gerente de Tecnología (CTO) y Vice Presidente de Desarrollo de Software en eMeta Corporation donde estaba a cargo de los equipos de ingeniería, control de calidad y soporte técnico. eMeta y su productos ganaron varios premios, entre ellos the Codie Award del Software Information Industry Association, Red Herring Top 100, OnHollywood Top 100, y Deloitte and Touche Fast 50. El software desarrollado por eMeta está usado por varias empresas editoriales mundiales tales como The Financial Times, the Economist, IEEE, McGraw-Hill y muchas otras.

Además de su carrera en tecnología, Andrei también mantiene interés en economía y finanzas y ha trabajado en Wall Street como Research Associate en el grupo de Estrategias de Mercados de Capitales (Capital Markets Strategies) de Goldman Sachs. Andrei habla inglés, castellano y ruso.